

С. Е. Загик
Л. М. Капчинский

Приемные телевизионные антенны

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

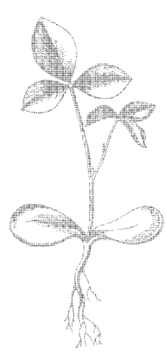
МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 386

С. Е. ЗАГИК и Л. М. КАПЧИНСКИЙ

ПРИЕМНЫЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ АНТЕННЫ

Издание третье,
переработанное и дополненное







ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1962 ЛЕНИНГРАД

В книге рассмотрены различные типы наружных и комнатных антенн метрового и дециметрового диапазонов волн, предназначенных для приема телевизионных программ.

Даны практические рекомендации по выбору антенн для различных условий приема, а также по изготовлению и установке их.

Приведены сведения по коллективным антеннам, схемы и описания антенных усилителей. Описываемые антенны могут быть использованы также для работы в радиолюбительских УКВ диапазонах.

Книга предназначена для радиолюбителей и техников, занимающихся обслуживанием телевизоров.

Загик Семен Ефимович и Капчинский Лев Михайлович

ПРИЕМНЫЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ АНТЕННЫ

Редактор *В. Ю. Иваницкий* Техн. редактор *К. П. Воронин*

Сдано в набор 19/VIII 1960 г. Подписано к печати 2/II 1962 г. Т-12900
Бумага 84×108 1/32 6,56 печ. л. Уч.-изд. л. 6,7
Цена 27 коп.
Тираж 140 000 экз (2-й завод 5001—100000) Заказ 2420

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

Отпечатано с матриц в типографии № 1 Госстройиздата г. Владимир Зак. 33

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВА ПЕРВАЯ

КАК РАБОТАЕТ ПРИЕМНАЯ ТЕЛЕВИЗИОННАЯ АНТЕННА

Назначение антенны

Антенны являются устройствами, предназначенными для излучения или улавливания из окружающего пространства энергии электромагнитных волн.

Энергия высокой частоты, поступающая к передающей антенне телевизионного центра от передатчиков изображения и звука, равномерно излучается во все стороны в окружающее пространство, в результате чего в пространстве вокруг антенны создается электромагнитное поле. В приемной антенне под воздействием электромагнитного поля наводятся токи, и на выходных зажимах ее возникает электродвижущая сила (э. д. с.), меняющаяся во времени в такт с изменением сигнала на выходе телевизионного передатчика.

Под действием возникшей в приемной антенне э. д. с. в проводах фидера, соединяющего антенну с приемником, возникают токи, создающие напряжение высокой частоты на входе телевизионного приемника, которое затем усиливается и преобразуется приемником для получения изображения на его экране.

Передающие антенны советских телевизионных центров излучают волны так называемой горизонтальной поляризации. Поэтому для получения наибольшей силы сигнала приемная антенна типа полуволновый вибратор должна быть расположена горизонтально (трубки антенны должны быть параллельны земле). Вертикально расположенная антенна не будет принимать горизонтально поляризованные волны.

При горизонтальной поляризации уменьшаются отражения от зданий, ослабляется действие индустриальных

помех и помех от радиовещательных станций, облегчается конструирование направленных антенн.

При отражении горизонтально поляризованных волн от различных препятствий (здания, телеграфные провода, линии электропередачи) могут возникать волны, поляризованные вертикально. Поэтому в каждой точке приема практически имеются как горизонтально, так и вертикально поляризованные волны.

Одновременное воздействие на приемную антенну горизонтально и вертикально поляризованных волн может приводить к искажениям изображения, поэтому правильно выполненная наружная телевизионная антенна должна принимать только горизонтально поляризованные волны.

Как известно, число телевизионных центров и ретрансляционных телевизионных станций в нашей стране быстро растет. Однако при большом количестве телевизионных центров возрастает вероятность того, что передача одного телевизионного центра будет мешать приему передач другого телевизионного центра, если передатчики этих телевизионных центров работают на близких частотах. Такого рода взаимные помехи в принципе можно сильно ослабить, если бы один из передатчиков излучал горизонтально поляризованные волны, а другой — вертикально поляризованные. При этом горизонтально расположенная приемная антенна, находящаяся в зоне действия обоих передатчиков, не будет принимать передачи, ведущиеся на вертикально поляризованных волнах. Поэтому ряд передатчиков ретрансляционных станций, которые будут построены в ближайшие годы, предполагается оборудовать антеннами, излучающими волны вертикальной поляризации.

В месте, где установлена антенна, величина сигнала, принятого ею, зависит от напряженности электромагнитного поля, измеряемой в вольтах на метр (*в/м*). Более мелкие единицы напряженности поля — милливольт на метр (*мв/м*) и микровольт на метр (*мкв/м*) — связаны с основной единицей напряженности поля следующими соотношениями:

$$1\ в/м = 10^3\ мв/м = 10^6\ мкв/м.$$

Чем больше напряженность поля, тем больше сигнал на входе приемника. Напряженность поля зависит от

расстояния до телевизионного центра. Чем дальше от телецентра находится место приема, тем меньше напряженность поля в этом месте и тем слабее принятый сигнал.

Что нужно знать о свойствах приемных телевизионных антенн

Приемные телевизионные антенны характеризуются входным сопротивлением, диаграммой направленности, действующей длиной и коэффициентом усиления. Поясним основные свойства антенн на примере простейшей антенны — разрезного линейного полуволнового вибратора. Полуволновой вибратор (рис. 1) состоит из двух одинаковых стержней, расположенных по одной оси. Общая длина стержней составляет примерно половину длины волны.

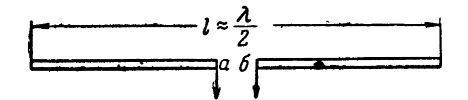


Рис. 1. Разрезной полуволновый вибратор.
а и *б* — точки подключения фидера.

Входным сопротивлением антенны называют отношение напряжения на зажимах антенны (точки *а* и *б* на рис. 1) к току на входе фидера.

В общем случае при произвольной длине вибратора входное сопротивление может иметь активную и реактивную составляющие. Реактивная составляющая может быть как индуктивной, так и емкостной. Наличие реактивной составляющей приводит к уменьшению мощности, поступающей из антенны в фидер, поэтому антенну надо настроить в резонанс с частотой принимаемого сигнала, т. е. так подобрать ее длину, чтобы на этой частоте реактивная составляющая входного сопротивления была равна нулю. Вибратор будет настроен в резонанс, если его геометрическая длина примерно равна половине длины волны. При этом его входное сопротивление будет чисто активным и равным 73,1 *ом*. Антенна отдает в приемник наибольшую мощность, если ее входное сопротивление равно волновому сопротивлению фидера. В таких случаях говорят, что антенна согласована с фидером.

Таблица 1

Телевизионные каналы	Полоса частот канала, *Мгц*	Средняя частота канала, *Мгц*	Длина волны, соответствующая средней частоте канала, *м*	Несущая частота сигналов изображения, *Мгц*	Несущая частота сигналов звукового сопровождения, *Мгц*
1	48,5—56,5	52,5	5,72	49,75	56,25
2	58—66	62	4,84	59,25	65,75
3	76—84	80	3,75	77,25	83,75
4	84—92	88	3,41	85,25	91,75
5	92—100	96	3,13	93,25	99,75
6	174—182	178	1,68	175,25	181,75
7	182—190	186	1,61	183,25	189,75
8	190—198	194	1,55	191,25	197,75
9	198—206	202	1,48	199,25	205,75
10	206—214	210	1,43	207,25	213,75
11	214—222	218	1,37	215,25	221,75
12	222—230	226	1,32	223,25	229,75

Однако телевизионный сигнал, как известно, занимает целую полосу частот. Антенну поэтому следует настроить в резонанс на среднюю частоту полосы частот телевизионного сигнала. Данные телецентров, работающих в каналах 1—12, показаны в табл. 1.

На частотах, несколько отличающихся от резонансной, активная составляющая входного сопротивления антенны остается примерно той же, что и на резонансной частоте, но появляется реактивная составляющая входного сопротивления. На частотах ниже резонансной реактивная составляющая имеет емкостный, а на частотах выше резонансной — индуктивный характер.

Величина входного сопротивления антенны и характер его изменения в полосе частот телевизионного канала определяют мощность, отдаваемую антенной в цепь приемника, а также неравномерность частотной характеристики антенно-фидерного тракта. Чем меньше меняется входное сопротивление антенны при изменении частоты, тем шире полоса пропускания антенны, тем бо́льшую четкость изображения она может обеспечить. Полуволновой вибратор, в частности, обеспечивает прием телевизионного изображения с высокой четкостью, так как его входное сопротивление в полосе частот телевизионного сигнала меняется мало.

Диаграмма направленности приемной антенны характеризует зависимость э. д. с., наведенной

в антенне электромагнитным полем, от направления прихода сигнала. Так, например, на зажимах полуволнового вибратора (см. рис. 1) развивается наибольшая э. д. с., когда антенна расположена так, что принимаемый сигнал приходит с направления, перпендикулярного вибратору. Когда же направление прихода сигнала со-

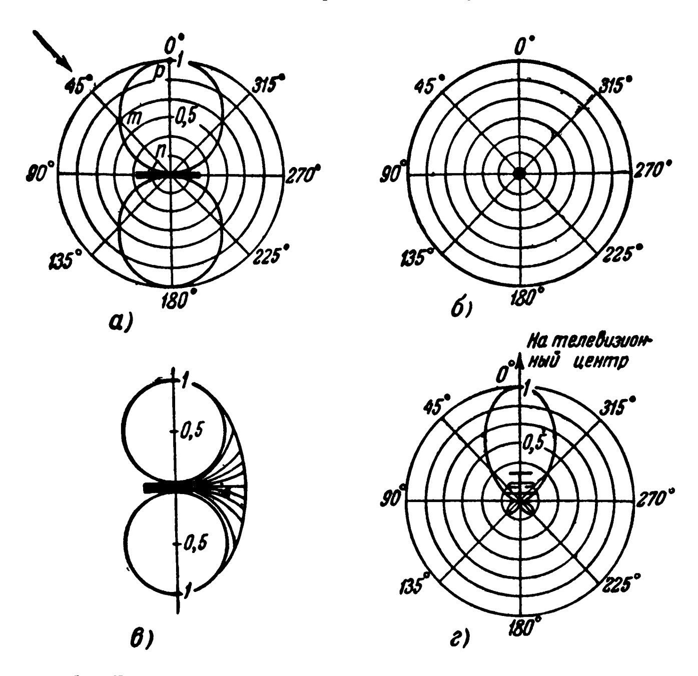


Рис. 2. Диаграммы направленности телевизионных антенн.
а — диаграмма направленности полуволнового вибратора в горизонтальной плоскости; *б* — то же в вертикальной плоскости; *в* — пространственная диаграмма направленности полуволнового вибратора; *г* — диаграмма направленности в горизонтальной плоскости антенны типа „волновой канал".

впадает с осью вибратора, то э. д. с. равна нулю. При приеме с любых других направлений э. д. с. имеет промежуточные значения (между нулем и максимумом).

Графическое изображение в полярных координатах зависимости э. д. с. от направления прихода сигнала, когда максимальная э. д. с. принимается равной единице, называется диаграммой направленности. На рис. 2,*а* изображена диаграмма направленности полу-

волнового вибратора в горизонтальной плоскости (а также в любой другой плоскости, проходящей через ось вибратора), а на рис. 2,*б* — диаграмма направленности того же вибратора в вертикальной плоскости, перпендикулярной его оси (окружность).

Если сигнал приходит под углом 45° к оси вибратора в горизонтальной плоскости и длина соответствующего этому направлению отрезка *mn* (рис. 2,*а*) на диаграмме направленности составляет 0,62 длины отрезка *pn*, то это означает, что э. д. с., которая в этом случае развивается на зажимах антенны, составляет 0,62 максимальной э. д. с.

Диаграмма направленности определяется конструкцией антенны. На рис. 2,*г* изображена, например, диаграмма направленности многоэлементной антенны типа «волновой канал» в горизонтальной плоскости. Такая антенна в отличие от полуволнового вибратора принимает только сигналы, приходящие с направлений, заключенных в пределах относительно узкого угла основного лепестка диаграммы направленности. Поэтому многоэлементная антенна позволяет в большей степени, чем полуволновой вибратор, ослабить действие помех, приходящих с направлений, отличных от направления на телевизионный центр.

Обычно ширина диаграммы направленности оценивается углом, в пределах которого э. д. с., наведенная в антенне электромагнитным полем, составляет не менее 0,7 максимального уровня.

Помимо основного лепестка, направленная антенна, как правило, имеет небольшие задние или боковые лепестки. Чем меньше задние или боковые лепестки, тем слабее сказываются помехи приему. Уровень этих лепестков у обычно применяемых направленных приемных телевизионных антенн составляет по напряжению 0,1—0,2 максимального уровня основного лепестка.

Действующая длина приемного вибратора является одним из важнейших параметров антенны. Если действующую длину умножить на напряженность поля в точке приема, то можно получить значение э. д. с., развиваемой на зажимах антенны в случае, когда сигнал приходит с направления максимального приема. Действующая длина измеряется обычно в метрах и зависит от геометрических размеров антенны и длины волны.

Для полуволнового вибратора действующая длина

$$h_д = \frac{\lambda}{\pi},$$

где λ — длина волны, *м*.

Коэффициент усиления приемной антенны по напряжению показывает, во сколько раз напряжение, развиваемое антенной на согласованной нагрузке, превышает напряжение, развиваемое на той же нагрузке согласованным с ней полуволновым вибратором.

В литературе можно встретить и другие определения коэффициента усиления. Распространено, например, определение коэффициента усиления по мощности (отношение мощности, развиваемой антенной на согласованной нагрузке, к мощности, развиваемой на той же нагрузке согласованным с ней полуволновым вибратором). Коэффициент усиления по мощности численно равен квадрату коэффициента усиления по напряжению.

Иногда при указании величины коэффициента усиления антенну сравнивают не с полуволновым вибратором, а с воображаемой антенной, имеющей в отличие от полуволнового вибратора одинаковые приемные свойства независимо от направления прихода сигнала. Коэффициент усиления, рассматриваемый по отношению к такой антенне, численно больше коэффициента усиления относительно полуволнового вибратора по мощности в 1,64 раза, по напряжению в $\sqrt{1,64} = 1,28$ раза. Коэффициент усиления трехэлементной антенны, имеющей диаграмму направленности типа изображенной на рис. 2,*г*, равен:

а) относительно полуволнового вибратора по напряжению — 1,9, по мощности — $1,9^2 = 3,61$;

б) относительно всенаправленной антенны по напряжению — 2,43, по мощности $2,43^2 = 5,9$.

В данной книге будут указаны для различных антенн коэффициенты усиления по напряжению относительно полуволнового вибратора.

Коэффициент усиления антенны связан с диаграммой направленности. Чем у́же основной лепесток диаграммы и чем меньше задние и боковые лепестки, тем выше коэффициент усиления.

Зная напряженность поля в точке приема, параметры

приемной антенны, тип и длину кабеля, можно определить напряжение на входе приемника.

В случае, когда антенна и вход приемника согласованы с кабелем, напряжение (в микровольтах) на входе приемника подсчитывается по формуле

$$U = \frac{Eh_д}{2} K \sqrt{\frac{R_{пр}}{R_а}} e^{-\beta l},$$

где $R_{пр}$ — входное сопротивление приемника, *ом*;
$R_а$ — входное сопротивление антенны, *ом*;
E — напряженность поля в точке приема, *мкв/м*;
$h_д$ — действующая длина антенны, *м*;
K — коэффициенг усиления антенны по напряжению;
$e^{-\beta l}$ — коэффициент, учитывающий потери в кабеле снижения ($e = 2,178\ldots$ — основание натуральных логарифмов).

Для вычисления коэффициента $e^{-\beta l}$ нужно знать величину β — погонное затухание кабеля снижения (в неперах на километр) и l — длину кабеля снижения (в километрах). Величина β для кабелей разных типов приведена в табл. 8 и 9.

Для кабелей типов РК-1 и РК-3 значения коэффициента $e^{-\beta l}$ для каждого из 12 телевизионных каналов при разных длинах снижений приведены в табл. 2 и 3.

Пример. Принимается первая программа (первый канал) на трехэлементную антенну типа «волновой канал» с коэффициентом усиления $K=1,9$. Кабель снижения РК-1 имеет длину 30 *м*. В качестве активного вибратора используется полуволновой вибратор, имеющий входное сопротивление $R_а = 73,1$ *ом*. Входное сопротивление приемника $R_{пр} = 75$ *ом*. Определить напряжение на входе приемника, если $E = 500$ *мкв/м*.

Вычисляем действующую длину полуволнового вибратора, настроенного на среднюю частоту первого канала:

$$h_д = \frac{\lambda_{ср}}{\pi} = \frac{5,72}{3,14} = 1,81 \text{ м}.$$

Средняя длина волны первого канала берется из табл. 1.

В табл. 2 находим коэффициент $e^{-\beta l}$ для первого канала. При длине кабеля 30 *м* $e^{-\beta l} = 0,79$.

Определяем напряжение на входе приемника:

$$U = \frac{Eh_д}{2} K \sqrt{\frac{R_{пр}}{R_а}} e^{-\beta l} =$$

$$= \frac{500 \cdot 1,81}{2} \cdot 1,9 \sqrt{\frac{75}{73,1}} \cdot 0,79 = 690 \text{ мкв.}$$

Таблица 2

Телевизионные каналы	Длина кабеля, *м*									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	Коэффициент $e^{-\beta l}$ для кабеля РК-1									
1	0,92	0,86	0,79	0,73	0,67	0,62	0,57	0,53	0,49	0,45
2	0,91	0,84	0,77	0,7	0,64	0,59	0,53	0,49	0,45	0,41
3	0,9	0,81	0,73	0,65	0,59	0,54	0,48	0,43	0,39	0,35
4	0,89	0,8	0,72	0,64	0,58	0,53	0,47	0,42	0,37	0,33
5	0,88	0,79	0,71	0,62	0,56	0,5	0,44	0,39	0,34	0,31
6—8	0,83	0,7	0,58	0,49	0,4	0,34	0,29	0,24	0,2	0,17
9—12	0,82	0,69	0,56	0,47	0,38	0,32	0,26	0,21	0,18	0,14

Таблица 3

Телевизионные каналы	Длина кабеля, *м*									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	Коэффициент $e^{-\beta l}$ для кабеля РК-3									
1	0,95	0,9	0,86	0,81	0,77	0,73	0,69	0,65	0,62	0,59
2	0,94	0,89	0,84	0,79	0,74	0,7	0,66	0,62	0,59	0,56
3	0,93	0,87	0,81	0,76	0,71	0,66	0,62	0,58	0,54	0,5
4	0,92	0,86	0,8	0,75	0,7	0,65	0,61	0,56	0,52	0,47
5	0,91	0,85	0,79	0,73	0,63	0,62	0,58	0,53	0,49	0,44
6—8	0,89	0,79	0,71	0,63	0,57	0,5	0,45	0,4	0,36	0,32
9—12	0,88	0,78	0,7	0,61	0,54	0,47	0,42	0,37	0,33	0,29

ГЛАВА ВТОРАЯ

ОСОБЕННОСТИ ПРИЕМА ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПЕРЕДАЧ

Передача телевизионных программ в Советском Союзе осуществляется в настоящее время на 12 телевизионных каналах, расположенных в интервале частот 48,5—

100 и 174—230 *Мгц*. Этим частотам соответствуют длины волн 6,2—3 и 1,73—1,3 *м*. Каждый канал занимает полосу частот 8 *Мгц*. Разнос между несущими частотами сигналов изображения и звукового сопровождения составляет 6,5 *Мгц*. В табл. 1 указаны полосы частот, занимаемые каждым из 12 телевизионных каналов.

В будущем предполагается использовать 14 новых телевизионных каналов в интервале частот 470—582 *Мгц*. В табл. 4 приведены основные данные новых каналов.

Таблица 4

Телевизионные каналы	Полоса частот, *Мгц*	Средняя частота канала, *Мгц*	Длина волны, соответствующая средней частоте канала, *м*	Несущая частота сигналов изображения, *Мгц*	Несущая частота сигналов звукового сопровождения, *Мгц*
13	470—478	474	0,632	471,25	477,75
14	478—486	482	0,622	479,25	485,75
15	486—494	490	0,611	487,25	493,75
16	494—502	498	0,602	495,25	501,75
17	502—510	506	0,592	503,25	509,75
18	510—518	514	0,583	511,25	517,75
19	518—526	522	0,575	519,25	525,75
20	526—534	530	0,565	527,25	533,75
21	534—542	538	0,556	535,25	541,75
22	542—550	546	0,548	543,25	549,75
23	550—558	554	0,541	551,25	557,75
24	558—566	562	0,533	559,25	565,75
25	566—574	570	0,525	567,25	573,75
26	574—582	578	0,518	575,25	581,75

Особенности приема в городе

Напряженность электромагнитного поля убывает с увеличением расстояния от передающей антенны телевизионного центра. Для примера в табл. 5 приведены величины напряженности поля Московского телевизионного центра (МТЦ) на несущей частоте передатчика сигналов изображения первого канала в пунктах приема на разных расстояниях от телецентра, расположенных на уровне третьего — четвертого этажей.

Указанные в табл. 5 данные являются средними. На одном и том же расстоянии от телевизионного центра могут быть точки, напряженность поля в которых в не-

Таблица 5

Расстояние до телецентра, *км*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Напряженность поля, *мв/м*	250	120	50	25	15	10	7	5,5	4,5	3,5

сколько раз отличается от средних величин. Объясняется это особенностями рельефа местности, а также тем, что в отдельных местах сильно застроенного города сказывается экранирующее действие высоких зданий и жилых массивов.

Напряженность поля в городе может сильно меняться от точки к точке даже в пределах небольшого участка. Дело в том, что результирующая величина напряженности поля в каждой точке определяется интерференцией (сложением или вычитанием) прямой волны, идущей от передающей антенны телевизионного центра, и большого числа волн, отраженных от земли и зданий. Если, например, в какой-либо точке происходит усиление поля в результате взаимодействия нескольких волн, пришедших с различных направлений, то в другой близко расположенной точке может происходить ослабление поля. Даже в пределах крыши одного и того же дома могут быть точки, напряженности поля в которых отличаются одна от другой в несколько раз.

Телевизионный сигнал занимает весьма широкую полосу частот. Сложение и вычитание прямого и отраженного сигналов иногда приводит к тому, что в точке установки антенны происходит усиление поля на одних частотах в пределах спектра телевизионного сигнала и ослабление поля на других частотах. Это вызывает частотные искажения телевизионного изображения, избавиться от которых можно, подбирая место установки антенны.

При приеме телевизионных передач в городе возможно появление на экранах телевизоров дополнительных, так называемых «повторных» изображений. Представим себе, что в точку установки приемной антенны пришли два сигнала: прямой — от передающей антенны и отраженный от какого-либо здания. Отраженный сигнал проходит большее расстояние, чем прямой, и попадает в точку приема позднее прямого. Поэтому на экране те-

левизора мы увидим два изображения, соответствующие прямому и отраженному сигналам. Поскольку развертка электронного луча в кинескопе по строкам осуществляется слева направо, то дополнительное изображение, запаздывающее по времени, окажется правее основного изображения. Устранить или ослабить повторное изображение на экране телевизора можно, используя направленные свойства приемной антенны. Антенну следует установить так, чтобы она не принимала отраженный сигнал.

Если при установке антенны не удается избавиться от повторного сигнала, то его можно частично или полностью устранить, установив вторую приемную антенну, работающую на то же снижение, что и первая. Положение второй антенны и длина ее кабеля до общего снижения подбираются таким образом, чтобы в наибольшей степени ослабить повторный сигнал. Этот способ применяют главным образом при установке коллективных антенн (для индивидуального использования он может оказаться слишком сложным).

Особенно тщательно надо производить подбор места установки антенны при приеме цветного телевидения, так как в этом случае частотные искажения и «повторные» изображения значительно больше влияют на качество приема, чем при приеме черно-белого телевидения.

Повторные изображения могут быть вызваны не только отражениями от местных предметов, но и рассогласованием различных элементов антенно-фидерной системы. Энергия, передаваемая от антенны к приемнику, будет полностью поглощаться на входе приемника только в том случае, когда волновое сопротивление кабеля равно входному сопротивлению приемника (кабель согласован с приемником).

Если волновое сопротивление кабеля отличается от входного сопротивления приемника (кабель рассогласован), то часть энергии, дошедшей до приемника, отражается обратно по направлению к антенне. В случае, когда входное сопротивление антенны не равно волновому сопротивлению кабеля, происходит повторное отражение энергии (от антенны к телевизору). В результате на входных зажимах телевизора появляется повторный сигнал, запаздывающий относительно основного на удвоенное время пробега сигнала в кабеле. Таким обра-

зом, на входе телевизора может появиться ряд последовательных, сдвинутых по времени повторных сигналов, которые при большой длине кабеля приводят к появлению дополнительных повторных изображений, а при коротком кабеле — к уменьшению четкости изображения. Если фидер согласован хотя бы с одной стороны (с приемником или антенной), повторные изображения отсутствуют.

Сдвиг первого повторного изображения относительно основного на экране телевизора может быть подсчитан по формуле

$$X = 0{,}156 l_ф d_э.$$

Если подставить в эту формулу длину фидера $l_ф$ и ширину экрана $d_э$ в метрах, то получим сдвиг изображения X в миллиметрах.

Пример. Рассчитаем сдвиг повторного изображения на экране телевизора „Темп-3" (размер экрана 345×257 *мм*) при длине кабеля снижения $l_ф = 50$ *м*.

$$X = 0{,}156 \cdot 50 \cdot 0{,}345 = 2{,}7 \text{ мм}$$

Если сдвиг превышает 2—3 *мм,* то причиной появления повторного изображения является не рассогласование в антенно-фидерном тракте, а отражения от зданий или других местных предметов.

В связи с широким распространением комнатных антенн необходимо вкратце остановиться на особенностях приема ультракоротких волн внутри помещений. Интерференционный характер электромагнитного поля ультракоротких волн выражен внутри помещений более резко, чем вне их. Это объясняется значительными отражениями от стен и различных предметов, находящихся в комнате. Поле внутри помещения является, как правило, полем стоячих волн с явно выраженными минимумами и максимумами.

На рис. 3 показана характерная картина распределения горизонтальной составляющей электромагнитного поля на несущих частотах изображения и звукового сопровождения первого телевизионного канала, экспериментально полученная в комнате одного из домов Москвы. На плане комнаты крестиками показаны точки, в которых производились измерения напряженности поля

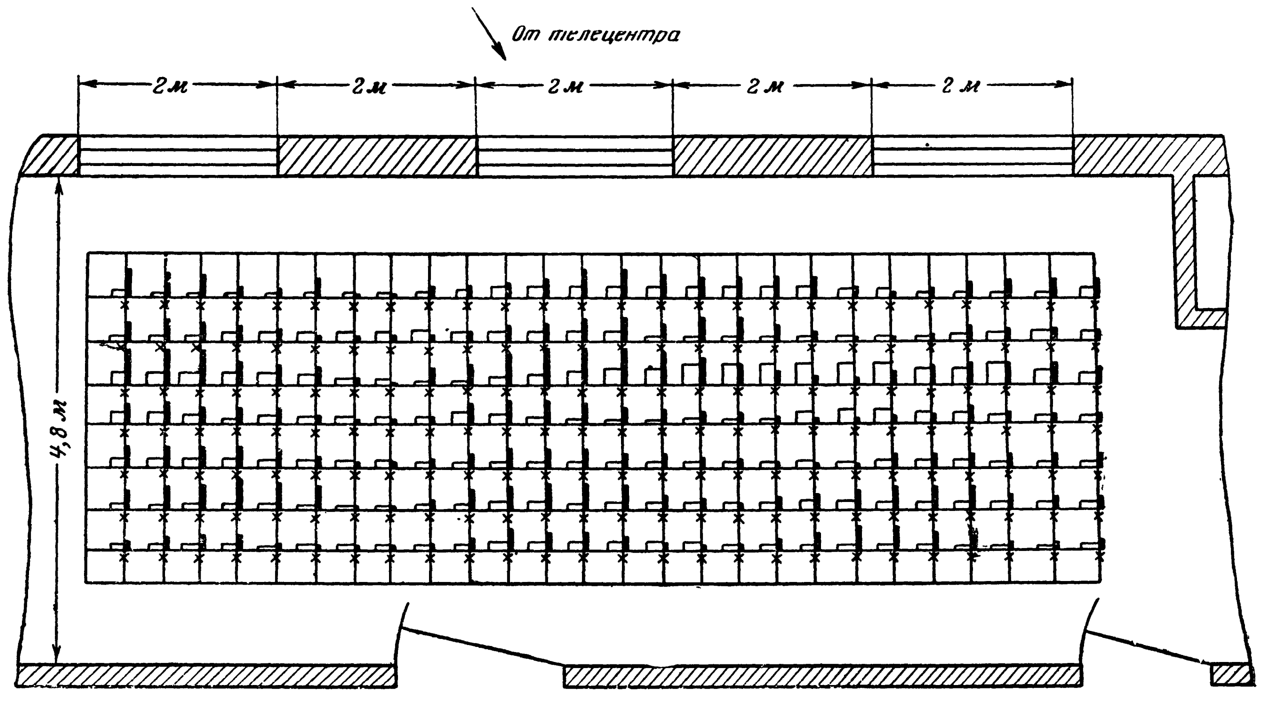


Рис. 3 Распределение горизонтальной составляющей электромагнитного поля на несущих частотах первого телевизионного канала внутри помещения.

Высота зачерненных столбиков пропорциональна напряженности поля несущей частоты изображения, высота белых столбиков — звука

Величина напряженности поля на несущей частоте изображения в каждой точке пропорциональна высоте зачерненного, а на несущей частоте звукового сопровождения — незачерненного столбика. Из рис. 3 видно, что напряженность поля как на несущей изображения, так и на несущей звука изменяется от точки к точке. Точки с максимальной (минимальной) величиной напряженности поля сигналов звука и изображения в большинстве случаев не совпадают. Это приводит к тому, что при установке антенны в отдельных местах комнаты может пропадать прием звука или изображения.

Приведенная картина распределения напряженности поля свидетельствует также о том, что возможны случаи резкого уменьшения или увеличения амплитуды отдельных составляющих в спектре сигнала телевизионного изображения, что приводит к ухудшению качества изображения (например, пониженная четкость).

Относительная величина вертикальной составляющей поля по сравнению с горизонтальной составляющей в помещении выше, чем вне помещения. Это объясняется возбуждением различных металлических конструкций в стенах здания, осветительной проводки и т. п. Могут иметь место случаи, когда вертикальная составляющая поля в некоторых местах помещения преобладает над горизонтальной. В этих случаях приемный вибратор приходится устанавливать наклонно и даже вертикально. Из сказанного следует, что место установки и положение приемной антенны в комнате нужно тщательно подбирать.

Напряженность поля внутри помещения значительно ниже напряженности поля на крыше. Это объясняется экранирующим действием окружающих зданий и частичным поглощением электромагнитной энергии в стенах здания В сильно застроенных районах в «затененных» помещениях (окна выходят в сторону, противоположную телецентру) напряженность поля в нижних этажах падает в 20—30 раз и в верхних в 15—20 раз по сравнению с напряженностью поля на крыше; что касается «освещенных» помещений (окна выходят в сторону телецентра), то напряженность поля падает здесь в 20—30 раз в нижних и в 6—7 раз в верхних этажах. В малозастроенных районах поле в помещении отличается от поля на крыше в меньшей степени. Так, в «затененных»

помещениях поле ослабляется в 10—12 раз в нижних и в 6—7 раз в верхних этажах, а в «освещенных» помещениях в 8—10 раз в нижних и в 2—3 раза в верхних этажах.

Можно считать, что уверенный прием телевизионных программ в Москве на комнатные антенны может производиться, за небольшим исключением, в радиусе 5—6 *км* от телецентра при чувствительности приемника 500—1 000 *мкв* (КВН-49, Т-2 «Ленинград» и др.), а на более чувствительные телевизоры («Темп», «Знамя», «Рубин» и др.) — и на бо́льших расстояниях.

Прием вблизи телевизионного центра

Вблизи телевизионного центра, в радиусе до 1—2 *км*, напряженность поля очень велика и измеряется десятками и сотнями милливольт на метр. В этих условиях иногда пытаются пользоваться суррогатными антеннами, выполненными, например, в виде куска провода, вставленного в центральное гнездо входа, предназначенного для подключения коаксиального кабеля. Применение таких «антенн» редко приводит к хорошим результатам. Для получения нормального по качеству изображения необходимо установить правильно выполненную наружную или комнатную антенну, тщательно подобрав ее положение.

При приеме передач вблизи телецентра из-за большой силы сигнала может возникнуть перегрузка входной цепи телевизионного приемника. Перегрузка проявляется в виде таких искажений, как появление на изображении в такт со звуковым сопровождением темных горизонтальных полос (пролезание «звука» на «изображение»), как чрезмерное различие в яркости между темными и светлыми местами изображения, а также в отсутствии полутонов (уменьшение числа различимых градаций яркости) и т. п.

Перегрузка входных цепей телевизионного приемника устраняется подключением кабеля антенны ко входу приемника через делитель напряжения с коэффициентом деления 1 : 10 (или 1 : 20 у некоторых типов телевизоров). Если эта мера оказывается недостаточной, необходимо включить между концом фидера и антенным вводом телевизионного приемника дополнительный ослабитель сигнала — аттенюатор.

На рис. 4 приведены схемы аттенюаторов, которые следует использовать, когда в качестве фидера применен коаксиальный кабель, на рис. 5 — схемы аттенюаторов для симметричного кабеля.

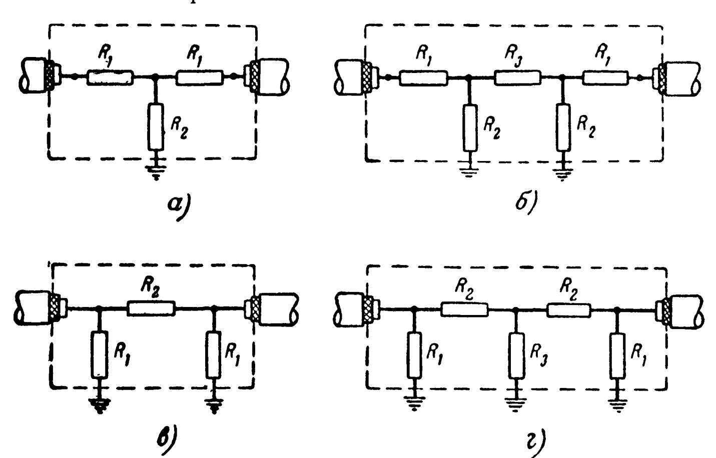


Рис. 4. Схемы аттенюаторов для коаксиальных фидеров.
а — однозвенный Т-образный; *б* — двухзвенный Т-образный; *в* — однозвенный П-образный; *г* — двухзвенный П-образный.

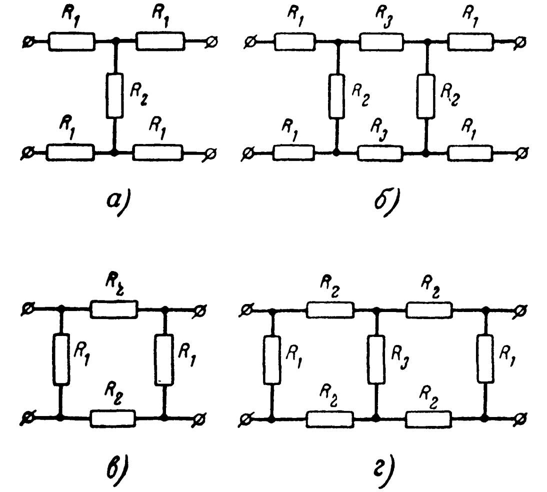


Рис. 5. Схемы аттенюаторов для симметричных фидеров.
а — однозвенный Н-образный; *б* — двухзвенный Н-образный; *в* — однозвенный О-образный; *г* — двухзвенный О-образный.

Эти аттенюаторы рассчитаны так, что они не вызывают рассогласования кабеля.

В табл. 6 указаны расчетные величины сопротивлений для схемы на рис. 4, полученные в предположении, что используется коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 *ом* (РК-1, Р-101 и др.).

Таблица 6

Тип аттенюатора	Ослабление сигнала (по напряжению)								
	в 3 раза			в 6 раз			в 10 раз		
	Величина сопротивления, *ом*								
	R_1	R_2	R_3	R_1	R_2	R_3	R_1	R_2	R_3
Однозвенный Т-образный . .	37,5	56,5	—	53,5	25,5	—	61,5	15	—
Двухзвенный Т-образный . .	20	130	40	31,5	75	63	39	53	78
Однозвенный П-образный . .	150	100	—	105	218	—	92	370	—
Двухзвенный П-образный . .	280	43	140	180	75	90	145	105	72,5

В табл. 7 приведены расчетные величины сопротивлений аттенюаторов (рис. 5) для симметричного кабеля с волновым сопротивлением 300 *ом* (например, кабель КАТВ).

Таблица 7

Тип аттенюатора	Ослабление сигнала (по напряжению)								
	в 3 раза			в 6 раз			в 10 раз		
	Величина сопротивления, *ом*								
	R_1	R_2	R_3	R_1	R_2	R_3	R_1	R_2	R_3
Однозвенный Н-образный . .	75	225	—	107	103	—	123	61	—
Двухзвенный Н-образный . .	40	520	80	63	300	126	78	212	156
Однозвенный О-образный . .	600	200	—	420	436	—	368	740	—
Двухзвенный О-образный . .	1 120	86	560	720	150	360	580	210	290

Поскольку в табл. 6 и 7 даются именно расчетные величины, они могут не совпадать с величинами сопротивлений, имеющимися в номинальной шкале сопротивлений ВС или МЛТ. При изготовлении аттенюаторов

следует выбирать сопротивления, наиболее близкие по величине к расчетной. Если в наличии нет подходящих сопротивлений, то требуемую величину сопротивления можно получить путем последовательной и параллельной комбинации нескольких сопротивлений.

Необходимо сделать ряд замечаний по конструкции и монтажу аттенюаторов. Длина монтажных проводов должна быть возможно более короткой, монтаж — максимально компактным. Плату с сопротивлениями следует поместить в металлический штампованный или паяный корпус из листового материала толщиной 1—1,5 *мм* с плотно прилегающей крышкой. Крышка привинчивается к корпусу винтами или припаивается.

Подбор аттенюатора в конкретных условиях приема производится следующим образом. Изготавливается несколько аттенюаторов с различными затуханиями сигнала (например, с ослаблением в 3, 6 и 10 раз). Затем эти аттенюаторы поочередно включаются между кабелем снижения и входом телевизора до получения нормального неискаженного изображения. Если сигнал на входе телевизора остается все же слишком большим, можно включить два ослабителя последовательно. Если первый из них дает ослабление, например, в 3 раза, а второй — в 10 раз, то общее ослабление будет в 30 раз.

Особенности дальнего приема

Последнее время радиолюбители начали проявлять большой интерес к приему телевизионных передач на больших расстояниях от телецентров. Расскажем вкратце об особенностях дальнего распространения ультракоротких волн.

Трассу распространения ультракоротких волн обычно делят на три основных участка: зону прямой видимости (освещенную зону), зону тени и промежуточную зону — полутени, называемую обычно зоной дифракции.

В связи с тем, что диэлектрическая проницаемость воздуха меняется по высоте, ультракороткие волны преломляются в атмосфере и распространяются не по прямолинейным, а по изогнутым траекториям. Это явление, называемое рефракцией, приводит к тому, что освещенная зона оказывается несколько большей, чем рассчитанная теоретически в предположении прямолинейного распространения ультракоротких волн.

С учетом явления рефракции дальность прямой видимости (в километрах) может быть определена по формуле

$$r = 4{,}1\,(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}),$$

где h_1 и h_2 — высоты установки передающей и приемной антенн, *м*.

Например, если высота мачты телецентра $h_1 = 180$ *м*, а высота установки приемной антенны $h_2 = 20$ *м*, то дальность прямой видимости $r = 4{,}1(\sqrt{180} + \sqrt{20}) = 73$ *км*.

В пределах зоны прямой видимости напряженность поля достаточно велика и вполне стабильна, что является необходимым условием надежного приема телевизионных передач. Однако с увеличением расстояния напряженность поля падает, и в зоне прямой видимости на расстояниях в несколько десятков километров от телецентра приходится применять направленные антенны.

На рис. 6 приведена карта напряженности поля (в микровольтах на метр) передатчика изображения МТЦ.

В зоне полутени (100—150 *км* от телевизионного центра) напряженность поля быстро убывает с расстоянием. Для приема телевизионных передач в этой зоне приходится использовать направленные антенны с большим коэффициентом усиления и устанавливать их по возможности выше. В зоне полутени прием иногда бывает нестабильным, наблюдаются как быстрые, так и медленные изменения напряженности электромагнитного поля.

Что касается зоны тени, то раньше считали, что прием в этой зоне вообще невозможен. Однако проведенные в последние годы работы по исследованию распространения радиоволн показали, что и на расстояниях до нескольких сотен километров от телецентра имеется электромагнитное поле, превышающее иногда во много раз поле, рассчитанное по формулам, учитывающим дифракцию, т. е. способность радиоволн огибать земную поверхность. Это объясняется тем, что сигнал поступает в точку приема за счет рассеяния радиоволн на неоднородностях тропосферы. Напряженность поля в этом случае невелика, и прием может осуществляться только на остронаправленные антенны с большим коэффициентом усиления. Возможность приема телевизионных сигналов,

имеющих широкий спектр частот, за счет использования этого вида распространения радиоволн еще до конца не изучена.

Часто наблюдаются случаи приема передач телевизионных центров, находящихся на расстояниях в несколько тысяч километров от места приема. Такой прием возможен при определенных состояниях ионосферы, когда волны метрового диапазона не проходят сквозь ионосферу, а отражаются от нее.

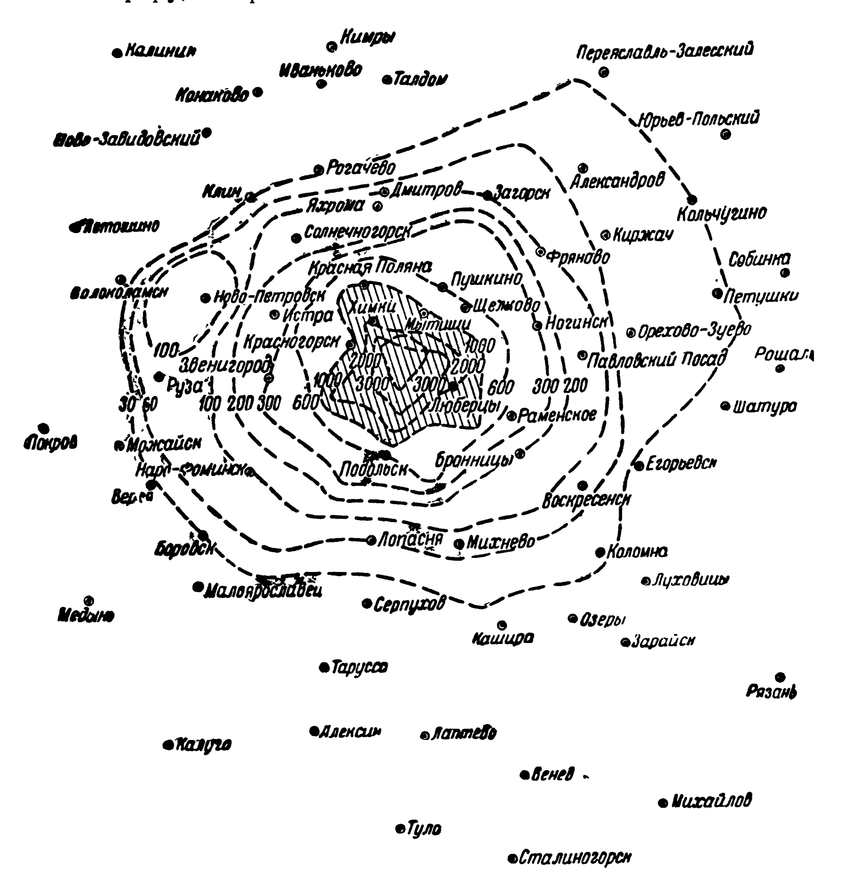


Рис. 6. Карта напряженности поля (в микровольтах на метр) передатчика сигналов изображения МТЦ (пунктиром показаны линии равной напряженности поля).

Прием за счет отражения от ионосферы происходит нерегулярно, так как ионизированные слои ионосферы весьма неустойчивы. Сверхдальний прием чаще всего наблюдается на частотах 30—60 *Мгц*. На частотах выше 100 *Мгц* возможности сверхдальнего приема пока не выяснены.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ПОДКЛЮЧЕНИЕ АНТЕННЫ К ТЕЛЕВИЗИОННОМУ ПРИЕМНИКУ

Коаксиальные и симметричные линии

Для соединения приемной антенны с телевизионным приемником, как правило, используются кабели промышленного изготовления: чаще всего экранированные несимметричные (коаксиальные), неэкранированные симметричные и реже — экранированные симметричные кабели.

Коаксиальный кабель обладает рядом преимуществ перед остальными типами кабелей. Благодаря экранирующим свойствам этого кабеля повышается помехоустойчивость приема и устраняются искажения диаграммы направленности антенны, связанные с антенным эффектом (излучением) кабеля. Потери мощности в коаксиальном кабеле относительно невелики, что особенно важно в условиях приема на больших расстояниях от телецентра.

Промышленность выпускает коаксиальные кабели, волновые сопротивления которых таковы, что кабели можно легко согласовывать с подавляющим большинством телевизионных антенн. С точки зрения монтажа и установки антенн применение коаксиальных кабелей также дает большие преимущества, так как коаксиальный кабель может быть укреплен на мачте антенны и на любой стене (деревянной, кирпичной и др.) при помощи простейших хомутов и скобок.

Экранированные симметричные кабели обладают теми же положительными свойствами, что и коаксиальные, но применяются реже, так как они дороже коаксиальных.

В табл. 8 и 9 приведены основные электрические характеристики высокочастотных экранированных кабелей промышленного изготовления (в табл. 8 — для коаксиальных, а в табл. 9 — для симметричных кабелей).

Таблица 8

Марка кабеля	Волновое сопротивление $Z_в$, *ом*	Погонная емкость С, *пф/м*	Погонное затухание β, *неп/км*, на разных частотах, *Мгц*				
			10	100	300	1 000	3 000
РК-29	50	100	3,5	13	23	46	100
РК-48	50	105	2,0	8	15	—	—
РК-6	52	96	1,9	6	14	31	67
РК-19	52	96	6,5	23	37	69	130
РК-28	52	101	2,5	10	17	—	—
РК-47	52	96	2,5	10	17	38	78
РК-49	72	70	4,0	15	26	53	103
РК-3, РК-103	75	68	2,0	8	15	30	60
РК-4	75	68	2,0	8	15	30	60
РК-20	75	68	2,5	10	17	38	78
РК-1, РК-101	77	66	3,5	13	23	46	100
РК-2	92	55	2,5	10	17	38	78

Таблица 9

Марка кабеля	Волновое сопротивление $Z_в$, *ом*	Погонная емкость С, *пф/м*	Погонное затухание β, *неп/км*, на разных частотах, *Мгц*				
			10	100	300	1 000	3 000
РД-13	85	58	5	20	33	64	123
РД-17	100	50	2	8	15	30	60
РД-18	100	45	5	20	33	64	123
РД-14	130	40	2	8	15	30	60
РД-15	150	34	2,5	10	17	38	78
РД-16	200	25	2,5	10	17	38	78
РД-26	200	25	2,5	10	17	38	78

Для приемных телевизионных антенн промышленность выпускает также неэкранированный симметричный кабель КАТВ с волновым сопротивлением 300 *ом*. Такой кабель дешевле коаксиального, но во всех других отношениях он уступает последнему. Внешний вид и размеры кабеля КАТВ, который называют иногда ленточным

кабелем, приведены на рис. 7,*а*. На рис. 7,*б* показан внешний вид коаксиального кабеля.

На рис. 8 изображена зависимость погонного затухания β ленточного кабеля КАТВ от частоты. Здесь же приведены кривые погонного затухания для наиболее распространенных коаксиальных кабелей РК-1 и РК-3. Сравнение величин β, приведенных на рис. 8, показывает, что потери в ленточном кабеле значительно больше, чем в коаксиальных кабелях.

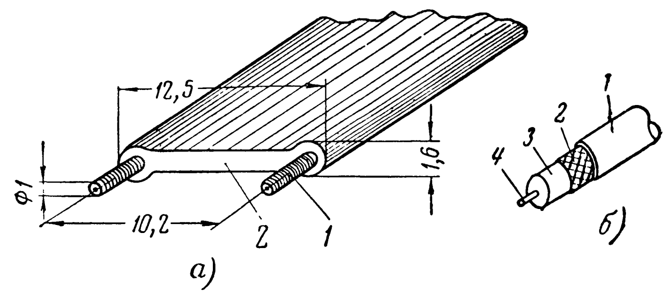


Рис. 7. Кабели КАТВ и РК-1.

а — симметричный ленточный кабель КАТВ (*1* — жила из семи медных отожженных проводов, *2* — изоляция из полихлорвинилового пластиката); *б* — кабель РК-1 (*1* — защитная оболочка, *2* — экран, сплетенный из медных проволок, *3* — изоляция из полиэтилена, *4* — медный центральный провод диаметром 0,68 *мм*).

Чтобы определить затухание в кабеле снижения антенны, следует умножить величину β (кривая на рис. 8) на длину кабеля l, в километрах. Полученная величина равна общему затуханию в кабеле βl, выраженному в неперах.

Зная затухание в неперах, по табл. 10 можно определить, во сколько раз уменьшается напряжение за счет потерь в кабеле, т. е. определить отношение U_1/U_2, где U_1 — напряжение на входе кабеля, а U_2 — напряжение на выходе кабеля.

Нетрудно, например, подсчитать, что при длине кабеля снижения антенны, равной 50 *м*, напряжение сигнала на частоте 100 *Мгц* в случае использования ленточного кабеля в 2,46 раза меньше, чем в случае использования кабеля РК-3.

При монтаже ленточного кабеля на стене, мачте антенны и т. п. крепление его производится с помощью изоляторов, изготовляемых из полистирола, органиче-

Таблица 10

Затухание βl, неп . . .	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4
Отношение напряжений U_1/U_2	1,1	1,22	1,35	1,49	1,65	1,83	2,02	2,22	2,46	2,72	3,3	4,03

ского стекла, текстолита или гетинакса, причем кабель на изоляторах укрепляется так, чтобы он нигде не касался ни крыши здания, ни стен. Типовые конструкции изоляторов для ленточного кабеля КАТВ показаны на рис. 9.

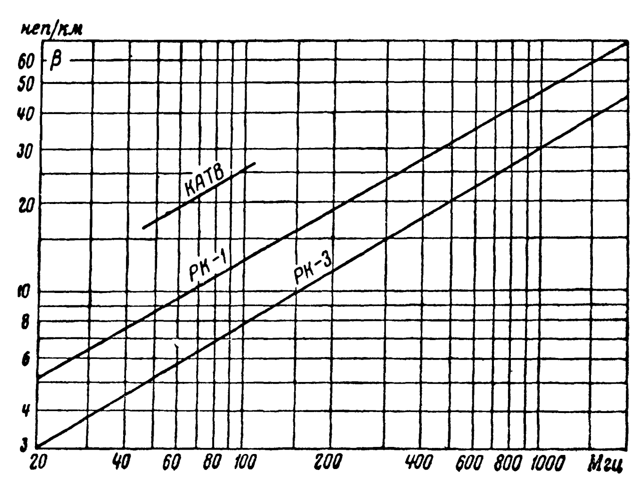


Рис. 8. Зависимость погонного затухания ленточного кабеля КАТВ и коаксиальных кабелей РК-1 и РК-3 от частоты.

Применять различные суррогатные фидеры вроде сплетенных монтажных проводов, электроосветительного шнура и т. п. не рекомендуется.

Для устройства междуэтажных и междурядных соединений в сложных синфазных антеннах для дальнего приема, а также для выполнения различных антенных согласующих трансформаторов можно применять как кабели промышленного изготовления, так и самодельные линии. В схемах синфазных антенн, описанных ниже

в настоящей брошюре, для соединений внутри антенн применены коаксиальные кабели промышленного изготовления. При желании их можно заменить двухпроводными самодельными линиями. На рис. 10 показаны поперечные сечения таких линий и в подписи к рисунку

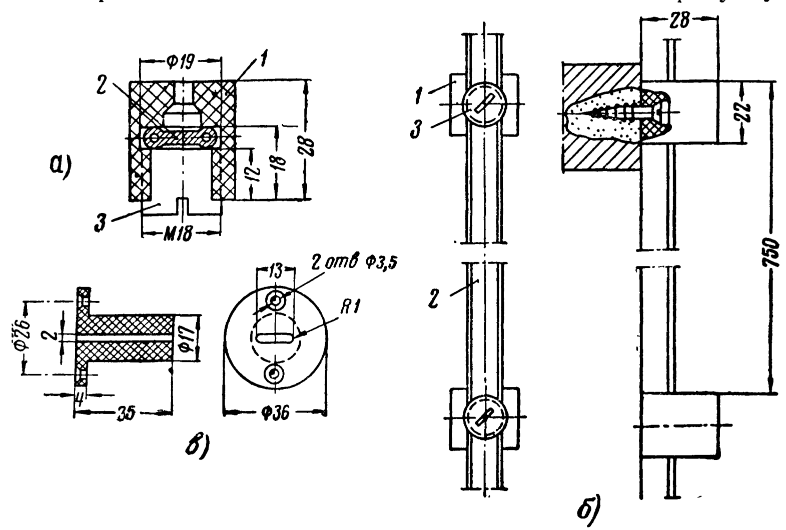


Рис. 9. Конструкция изоляторов для ленточного кабеля КАТВ.

а — изолятор для крепления кабеля к стене (*1* — корпус, *2* — кабель, *3* — пробка); *б* — крепление кабеля на стене, *в* — втулка для прохода кабеля через оконную раму.

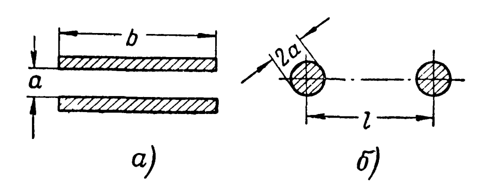


Рис. 10. Поперечные сечения двухпроводных неэкранированных линий.

а — линия из плоских шин: $Z_в=120\pi\frac{a}{b}$ при $a \ll b$,

б — линия из проводов круглого сечения:

$$Z_в = 276 \lg\left[\frac{l}{2a}+\sqrt{\left(\frac{l}{2a}\right)^2-1}\right];$$

при $2a \ll l$ $Z_в = 276 \lg\frac{l}{a}$.

приведены формулы для расчета их волновых сопротивлений

На практике могут встретиться случаи, когда подходящих кабелей промышленного изготовления вообще не существует и приходится прибегать к самодельным линиям. В качестве примера можно привести согласующий трансформатор ромбической антенны, представляющий собой линию с меняющимся по длине волновым сопротивлением.

Как подключить симметричный фидер к приемнику с коаксиальным входом

Непосредственное подключение симметричного фидера к коаксиальному входу телевизора приводит к так называемому «антенному эффекту симметричного фиде-

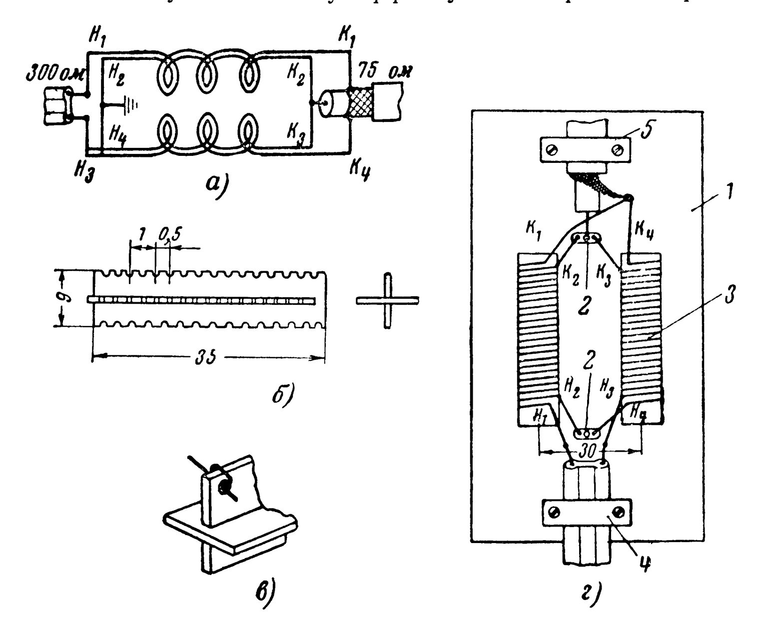


Рис. 11. Симметрирующий трансформатор для перехода с 300-омного кабеля (КАТВ) на 75-омный (РК-1, РК-3, РК-101, РК-103).

а — схема. *б* — каркас катушки (катушка из 31 витка наматывается в два провода ПЭЛ 0,15), *в* — заделка конца провода; *г* — расположение катушек на общей плате (*1* — металлическая плата, *2* — лепестки (нижний — земляной, верхний — изолирован от земли); *3* — катушки, *4* — изолятор для крепления симметричного кабеля; *5* — скоба для крепления коаксиального кабеля).

ра», который заключается в том, что фидер начинает работать как дополнительная антенна. В результате резко увеличивается воздействие помех на телевизор, снижается четкость изображения, возникают искажения, характер которых зависит от положения фидера. Поэтому симметричный фидер нужно подключать к антенному вводу телевизора через так называемый симметрирующий трансформатор, схема и конструкция которого приведены на рис. 11. Трансформатор состоит из четырех катушек индуктивности, которые наматываются попарно на двух отдельных каркасах. На каждом каркасе парные катушки наматываются одновременно в два провода по двухзаходной резьбе с шагом 1 *мм*. Каркасы катушек можно изготовить из гетинакса, полистирола или органического стекла. Диаметр каркаса 9 *мм*, количество витков 31, провод — ПЭЛ 0,15.

Катушки укрепляются на латунном основании, к которому приклепаны «земляные» лепестки.

Расстояние между катушками 30 *мм*. После монтажа трансформатор закрывается латунной или стальной крышкой. С одной стороны трансформатора подключается симметричный кабель, с другой — коаксиальный штеккер для подключения трансформатора ко входу телевизионного приемника.

Как определить волновое сопротивление кабеля

В практической деятельности радиолюбителя часто может возникнуть необходимость определить волновое сопротивление кабеля, марка которого неизвестна.

Волновое сопротивление коаксиальных кабелей со сплошной изоляцией, таких, как РК-1, РК-3 и т. п., если известны диаметр центрального провода, внутренний диаметр экрана и диэлектрическая постоянная изоляции (рис. 12), можно определить по формуле

$$Z_в = \frac{138}{\sqrt{\varepsilon}} \lg \frac{D}{d},$$

где $Z_в$ — волновое сопротивление, *ом*;

D — внутренний диаметр экрана, *мм*;

d — диаметр центрального провода, *мм*.

Большинство кабелей имеет изоляцию с диэлектрической постоянной $\varepsilon=2{,}3$. Диаметры D и d можно определить с помощью штангенциркуля или микрометра,

Если имеется какой-либо измерительный прибор, с помощью которого можно измерить емкость между центральным проводником и экраном куска кабеля (Q-метр, мостик для измерения емкостей и т. п.), то сначала нужно измерить емкость куска кабеля, а после этого можно определить величину ε изоляции кабеля.

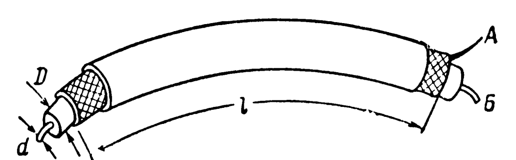


Рис. 12. К измерению емкости отрезка кабеля. Концы A и $Б$ подключаются к измерителю емкости. Длина l не больше $\frac{1}{20}\lambda$. Центральный провод и экран на свободном конце кабеля при измерении должны быть разомкнуты.

Кусок кабеля можно рассматривать как цилиндрический конденсатор, обкладками которого являются центральный провод и экран, разделенные изоляцией. Емкость такого конденсатора в пикофарадах определяется диаметрами обкладок и диэлектрической постоянной изоляции по следующей формуле:

$$C = 0{,}24 \frac{\varepsilon l}{\lg \frac{D}{d}},$$

где l — длина куска кабеля, *см*.

Длина l куска кабеля, на котором производятся измерения, не имеет особого значения, однако она не должна превышать $^1/_{20}$—$^1/_{30}$ длины волны.

Так, например, если измерение емкости производится на частоте $f = 10$ *Мгц* (этой частоте соответствует длина волны $\lambda = \frac{300}{10} = 30$ *м*), то длина куска кабеля, следовательно, не должна превышать 1,5 *м*. Слишком короткие куски кабеля (меньше 15—20 *см*) брать не следует, так как при этом понизится точность измерений.

Последовательность определения ε следующая.

Измеряется емкость куска кабеля в пикофарадах. При измерении емкости центральный провод и экран свободного конца кабеля должны быть обязательно разомкнуты.

По формуле, приведенной выше, рассчитывается емкость цилиндрического конденсатора, имеющего те же диаметры обкладок D и d и длину l, что и отрезок кабеля. При этом считают, что $\varepsilon=1$.

Диэлектрическая постоянная ε изоляции кабеля рассчитывается по формуле

$$\varepsilon=\frac{C_1}{C_2}.$$

где C_1 — измеренная емкость;
C_2 — рассчитанная емкость.

После этого волновое сопротивление $Z_в$ можно точно определить по формуле, приведенной в начале этого раздела.

Как срастить два отрезка коаксиального кабеля

Срастить два отрезка коаксиального кабеля можно способами, показанными на рис. 13,*а* или *б*.

Кабель, сращенный по способу на рис. 13,*а*, пригоден для работы на частотах до 500—600 *Мгц*, а по способу на рис. 13,*б* — до частот 200—250 *Мгц*.

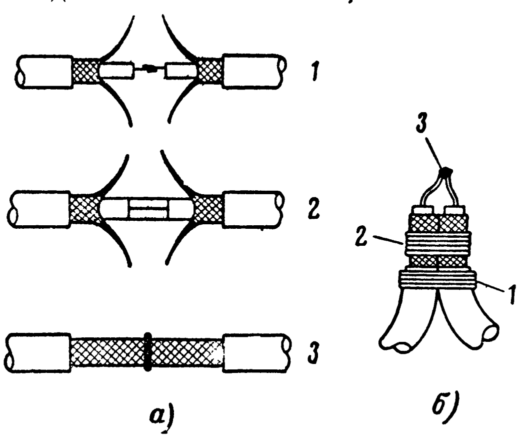


Рис. 13. Два способа сращивания коаксиальных кабелей.

а — сращивание „в стык", *б* — сращивание с помощью проволочного бандажа.

Необходимо следить за тем, чтобы при разделке кабеля случайно не надрезать ножом центральный провод, а также, чтобы проволочки экранирующей оплетки не замкнулись на центральный провод.

Для большей механической прочности сращенные концы кабелей можно связать планкой с хомутами или бандажом.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ
СЛАБОНАПРАВЛЕННЫЕ АНТЕННЫ

Линейный полуволновой вибратор

Линейный полуволновой вибратор является одним из наиболее распространенных типов антенн, который можно использовать для приема телевидения как в пределах города, так и за городом при расстояниях порядка 30—40 *км* от телевизионного центра.

Вибратор (рис. 14) выполняется обычно из трубок (стальных, латунных, дюралюминиевых). Его можно изготовить также из металлических полосок или уголков.

Если геометрическая длина вибратора l точно равна половине длины волны, то он не будет настроен в резонанс на эту волну. При этом входное сопротивление вибратора состоит из активной и реактивной составляющих, причем последняя имеет индуктивный характер. Для настройки в резонанс вибратор нужно несколько укоротить.

Необходимая длина линейного полуволнового вибратора (в метрах) может быть рассчитана по формуле

$$l = \frac{\lambda_{ср}}{2}\left(1 - \frac{\Delta\%}{100}\right),$$

где Δ — коэффициент укорочения, %;

$\lambda_{ср}$ — длина волны (в метрах), соответствующая средней частоте диапазона, в котором должен работать вибратор.

Если вибратор предназначается для приема одной программы, то $\lambda_{ср}$ можно найти из табл. 1 или 4. Если же необходимо обеспечить прием программ на нескольких каналах, то $\lambda_{ср}$ можно найти по формуле $\lambda_{ср} =$

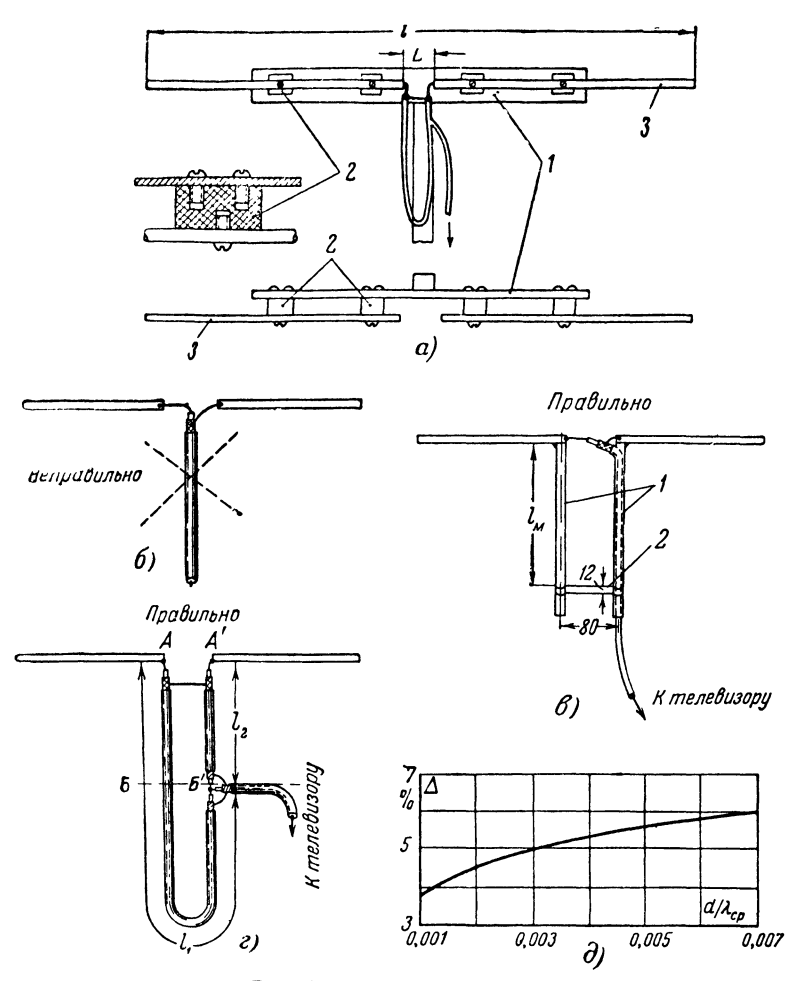


Рис. 14. Линейный вибратор.

а — конструкция вибратора (*1* — деревянная планка; *2* — изоляторы; *3* — трубки вибратора), *б* — неправильный способ подсоединения коаксиального кабеля, *в* — подсоединение коаксиального кабеля с помощью симметрирующего мостика (*1* — трубки мостика, *2* — металлическая перемычка); *г* — подсоединение коаксиального кабеля через U-колено; *д* — зависимость коэффициента укорочения Δ% от отношения $d/\lambda_{ср}$ (диаметра вибратора к средней длине волны).

$=\sqrt{\lambda_{ср1}\lambda_{ср2}}$, где $\lambda_{ср1}$ и $\lambda_{ср2}$ — средние длины волн крайних каналов. Число каналов, которые может перекрыть один вибратор, зависит от схемы подключения кабеля, о чем будет сказано далее.

Величина коэффициента укорочения $\Delta^0/_0$ зависит от отношения диаметра трубки, из которой выполнен вибратор, к средней длине волны, т. е. от отношения $d/\lambda_{ср}$. На рис. 14, *д* показана зависимость $\Delta^0/_0$ от $d/\lambda_{ср}$. Таким образом, зная диаметр трубки и среднюю длину волны телевизионного канала, можно найти $\Delta^0/_0$, а затем по приведенной выше формуле определить необходимую длину вибратора.

Если вибратор изготавливается из металлической полоски, то под «диаметром» вибратора, который нужно знать для определения коэффициента укорочения, следует понимать половину ширины этой полоски.

Полоса пропускания вибратора зависит от его диаметра. Чем больше диаметр вибратора, тем шире полоса пропускаемых частот. Достаточно широкая полоса пропускания в любом канале будет обеспечена, если наружный диаметр трубок равен или больше 8 *мм*. Внутренний диаметр трубки значения не имеет.

Расстояние L между внутренними торцами трубок (рис. 14,*а*) нужно выбирать в пределах 50—80 *мм* для каналов 1—12 и 20—30 *мм* для каналов 13—26.

Линейный полуволновой вибратор укрепляется на металлической или деревянной мачте при помощи изоляторов из высокочастотной керамики или пластмассы; можно применить также текстолит и гетинакс.

Этот вибратор можно использовать для приема передач как на телевизоры, имеющие несимметричный (коаксиальный) 75-омный вход, так и на телевизоры с симметричным 300-омным входом. Подключение вибратора к 75-омному несимметричному входу телевизора производится через коаксиальные кабели типов РК-1, РК-101, РК-3, РК-103, РК-4, РК-20 или РК-49, которые имеют волновое сопротивление 75 *ом*. Использование кабеля РК-47, имеющего волновое сопротивление 50 *ом*, допустимо, но нежелательно.

Соединение полуволнового вибратора с кабелем должно осуществляться по схеме, удовлетворяющей определенным условиям. Во-первых, антенна должна быть

согласована с кабелем. Во-вторых, должно быть произведено симметрирование. Рассогласование антенны с кабелем приводит к уменьшению эффективности антенны и возникновению повторных изображений. Нарушение симметрии антенны снижает помехоустойчивость приема и может вызвать искажения диаграммы направленности.

Для сохранения симметрии вибратора коаксиальный кабель должен быть соединен с ним так, чтобы обе половины вибратора были включены относительно наружной поверхности оплетки кабеля (условной «земли») одинаково или, как говорят, симметрично.

Пример неправильного соединения коаксиального кабеля с симметричной антенной показан на рис. 14,*б*. В этом случае симметрия нарушена, так как одна половина вибратора подключена к жиле кабеля, а вторая — непосредственно к оплетке. В результате токи, наведенные на поверхности оплетки кабеля, попадут на вход приемника и вызовут искажения изображения. Кроме того, может исказиться и диаграмма направленности вибратора.

Соединение коаксиального кабеля с полуволновым вибратором можно производить так, как показано на рис. 14,*в* или *г*.

В первом случае (рис. 14,*в*) к вибратору припаивают или привинчивают симметрирующий короткозамкнутый четвертьволновой мостик, выполненный из металлических трубок. Сквозь одну из трубок протягивают кабель снижения, который подключают оплеткой к одной половине вибратора, а жилой — к другой. Длина мостика $l_м$ (от вибратора до короткозамыкающей перемычки) равна четверти средней длины волны и выбирается для каждого канала в соответствии с табл. 11.

Таблица 11

Телевизионные каналы	1	2	3	4	5	6—7	8—9	10—12	13—19	20—26
Длина мостика $l_м$, *мм* . . .	1 430	1 200	940	850	780	415	380	345	150	135

При подключении кабеля через симметрирующий мостик линейный полуволновой вибратор может рабо-

Таблица 12

Телевизионные каналы	1—3	2—4	3—5	6—2	13—26
Длина мостика $l_м$, *мм*	1 150	1 000	850	370	140

тать также в полосе нескольких телевизионных каналов. В табл. 12 даны длины мостиков для этого случая.

Диаметр трубок мостика может быть взят в пределах 10—15 *мм* для каналов 13—26 и 10—20 *мм* для каналов 1—12. Участки трубок, находящиеся ниже короткозамыкающей перемычки, могут быть произвольной длины.

При соединении антенны с коаксиальным кабелем по схеме на рис. 14,*в* половины вибратора будут подключены к оплетке кабеля так, что симметрия антенны не нарушится. Согласование здесь обеспечивается тем, что волновое сопротивление кабеля (75 *ом*) близко по величине к сопротивлению вибратора (73,1 *ом*). Короткозамкнутый четвертьволновой мостик, подключенный параллельно антенне, не нарушает согласования, так как его входное сопротивление очень велико во всей полосе частот телевизионного канала и не шунтирует антенну.

Во втором случае (рис. 14,*г*) коаксиальный кабель снижения подключается к вибратору при помощи U-колена, выполненного из того же кабеля, что и снижение. Полная длина U-колена для полуволнового линейного вибратора равна средней длине волны в кабеле для данного телевизионного канала. Средняя длина волны в кабеле определяется по формуле

$$\lambda_{ср.к} = \frac{\lambda_{ср}}{\sqrt{\varepsilon}},$$

где ε — диэлектрическая проницаемость материала, заполняющего кабель (для кабелей РК-1, РК-3, РК-4, РК-20 и РК-49 $\varepsilon = 2,3$). Жила кабеля снижения должна быть соединена с жилой кабеля U-колена, а оплетка— с оплеткой кабеля U-колена.

Практически U-колено выполняется из двух кусков кабеля, один из которых имеет длину $l_1 = \frac{3}{4}\lambda_{ср.к}$, а другой $l_2 = \frac{1}{4}\lambda_{ср.к}$ (см. рис. 14,*г*). Длины кусков ка-

Таблица 31

Телевизионные каналы	1	2	3	4	5	6—7	8—9	10—12	13—16	17—21	22—26
l_1, *мм*	2 850	2 400	1 860	1 680	1 545	840	750	690	315	285	255
l_2, *мм*	950	800	620	560	515	280	250	230	105	95	85

беля U-колена для каждого из телевизионных каналов приведены в табл. 13.

Подсоединение коаксиального кабеля к симметричному вибратору при использовании U-колена не вызывает нарушения симметрии антенны, так как обе половины вибратора включены относительно оплетки кабеля одинаково (они не имеют контакта с оплеткой). Нужное направление токов в каждой половине вибратора определяется тем, что разность хода волны в отрезках кабеля l_1 и l_2 составляет половину длины волны в кабеле.

Согласование здесь осуществляется следующим образом. Сопротивление между любым зажимом вибратора и „землей“ (сопротивление половины вибратора) составляет $\frac{73}{2}=36{,}5$ *ом*. На эти сопротивления и нагружены отрезки кабеля l_1 и l_2 в точках A и A' (см. рис. 14,*г*). Известно, что отрезок кабеля длиной $\frac{1}{4}\lambda_к$ или $\frac{3}{4}\lambda_к$ является трансформатором, который преобразует любое активное сопротивление R в сопротивление $\frac{Z_в^2}{R}$, где $Z_в$ — волновое сопротивление кабеля. Отрезки кабеля l_1 и l_2 имеют $Z_в=75$ *ом* и, следовательно, пересчитывают сопротивления $R=36{,}5$ *ом* в сопротивления $R_1=\frac{75^2}{36{,}5}=154$ *ом*.

В точке $Б'$ оба сопротивления R_1 соединены параллельно, благодаря чему кабель снижения, имеющий волновое сопротивление 75 *ом*, оказывается нагруженным на сопротивление $R_2=\frac{154}{2}=77$ *ом*, чем и обеспечивается хорошее согласование с 75-омным кабелем.

При подключении кабеля к антенне по способу, показанному на рис. 14,*в*, антенна пропускает более широкую полосу частот, чем в случае, показанном на рис. 14,*г*. В пределах одного телевизионного канала оба способа обеспечивают хорошее симметрирование и согласование. В антеннах, предназначенных для приема на нескольких каналах, предпочтительно использовать способ, показанный на рис. 14,*в*.

Полуволновой вибратор можно подсоединить к симметричному 300-омному входу приемника при помощи

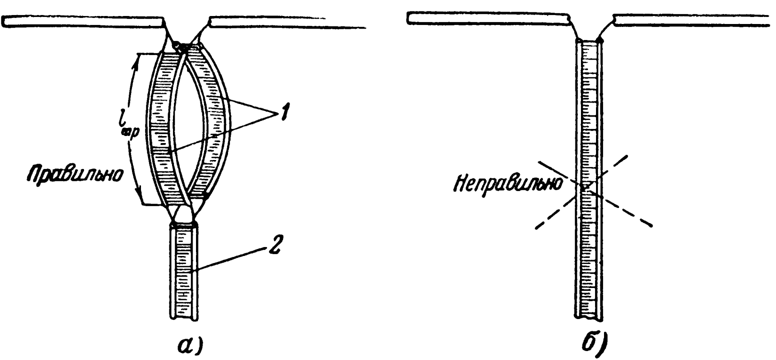


Рис. 15. Подключение симметричного ленточного кабеля КАТВ (волновое сопротивление 300 *ом*) к полуволновому вибратору.
1 — согласующие отрезки кабеля; *2* — кабель снижения

симметричного ленточного кабеля марки КАТВ с волновым сопротивлением 300 *ом*. Соединение кабеля КАТВ с самим вибратором производится через симметричный согласующий четвертьволновой трансформатор, выполненный из двух соединенных параллельно отрезков кабеля КАТВ, как показано на рис. 15,*а*. Кабели, образующие трансформатор, нужно развести в середине на 80—100 *мм*. Длина $l_{тр}$ каждого из двух отрезков кабеля согласующего трансформатора для каждого из 12 каналов приведены в табл. 14.

На каналах 13—26 применять способ включения, показанный на рис. 15,*а*, не рекомендуется.

Подключать кабель КАТВ без трансформатора непосредственно к полуволновому вибратору, как это показано на рис. 15,*б*, не следует. В этом случае кабель с волновым сопротивлением 300 *ом* оказывается подклю-

Таблица 14

Телевизионные каналы	1	2	3	4	5	6—7	8—9	10—12
$l_{тр}$, *мм*	1 200	1 000	780	700	650	340	315	285

ченным к вибратору с входным сопротивлением 73 *ом*, и вибратор будет рассогласован с кабелем.

Подключить полуволновой вибратор к симметричному входу приемника можно также, используя коаксиальный кабель (см. рис. 14). При этом коаксиальный кабель снижения следует подсоединить ко входу приемника через симметрирующий трансформатор, показанный на рис. 11. В этом случае кабель снижения подключается к 75-омному коаксиальному вводу трансформатора, приемник — к симметричному 300-омному вводу.

Петлевой вибратор (шлейф-вибратор Пистолькорса)

Так же как и линейный полуволновой вибратор, шлейф-вибратор Пистолькорса (рис. 16) можно применять для приема телевизионных передач как в городе, так и за городом.

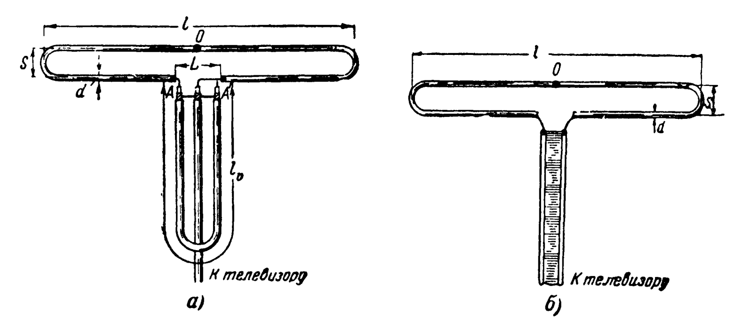


Рис. 16. Шлейф-вибратор Пистолькорса.
а — шлейф-вибратор и подключение к нему 75-омного коаксиального кабеля; *б* — подсоединение 300-омного ленточного кабеля КАТВ.

Длина шлейф-вибратора определяется по той же формуле, что и длина линейного вибратора. Следует только иметь в виду, что под эквивалентным диаметром шлейф-вибратора $d_ш$, который нужно знать для опреде-

ления коэффициента укорочения, понимают следующую величину:

$$d_ш = \sqrt{2dS},$$

где d — диаметр трубки;

S — расстояние между осями трубок.

Определив по этой формуле $d_ш$, можно вычислить отношение $d_ш/\lambda_{ср}$ и по кривой, приведенной на рис. 14,*д*, найти коэффициент укорочения.

В табл. 15 приведены размеры шлейф-вибратора из трубок диаметром d=10—20 *мм* при расстоянии между осями трубок S=80 *мм* для каналов 1—12 и S=50 *мм* для каналов 13—26. Расстояние между торцами трубок L следует брать 50—80 *мм* для каналов 1—12 и 20—30 *мм* для каналов 13—26.

Подключение шлейф-вибратора к несимметричному 75-омному входу приемника производится через коаксиальный кабель (РК-1, РК-101, РК-3, РК-103, РК-4, РК-20 или РК-49). Соединение кабеля с вибратором можно осуществить по схеме, показанной на рис. 16,*а*. Симметрирование и согласование производятся при помощи U-колена, длина которого составляет в этом случае половину средней длины волны в кабеле. Соответствующие каждому каналу длины U-колена приведены в табл. 15.

Таблица 15

Телевизионные каналы	1	2	3	4	5	6—7	8—9	10—12	13—16	17—21	22—26
Длина вибратора l, *мм*	2 760	2 340	1 790	1 620	1 510	780	710	650	305	270	245
Длина U-колена l_U, *мм*	1 900	1 600	1 240	1 120	1 030	560	500	460	210	190	170

Принцип действия U-колена, как согласующего устройства, заключается в следующем. При равных диаметрах трубок настроенного в резонанс шлейф-вибратора его входное сопротивление составляет 292 *ом*. Следовательно, сопротивление каждой половины петлевого вибратора между любым из входных зажимов и точкой нулевого потенциала (точка *0* на рис. 16,*а*) составляет

$292/2=146$ *ом*. Из теории длинных линий известно, что входное сопротивление кабеля длиной в полволны, т. е. кабеля U-колена, равно сопротивлению, на которое кабель нагружен. Таким образом, в точке A' происходит сложение двух активных сопротивлений (параллельно включенных), каждое из которых равно 146 *ом*. Следовательно, кабель снижения, имеющий волновое сопротивление 75 *ом*, оказывается нагруженным на сопротивление 73 *ом*, чем и достигается высокая степень согласования. Фазовый сдвиг на 180°, который вносит U-колено, обеспечивает правильную полярность напряжения на зажимах шлейф-вибратора и, следовательно, нужное направление токов в его плечах.

Подключение шлейф-вибратора к приемнику, имеющему симметричный 300-омный вход, производится ленточным кабелем КАТВ без каких-либо промежуточных согласующих устройств (рис. 16,*б*).

В радиолюбительской практике могут встретиться случаи, когда приходится выполнять шлейф-вибратор из трубок разных диаметров.

При этом входное сопротивление шлейф-вибратора в резонансной точке будет отличаться от 292 *ом*. Входное сопротивление шлейф-вибратора с произвольным соотношением диаметров трубок определяется выражением

$$R_{вх}=73{,}1\,n,$$

где n — коэффициент, показывающий, во сколько раз входное сопротивление полуволнового шлейф-вибратора больше входного сопротивления полуволнового линейного вибратора.

Значение коэффициента n зависит от соотношения диаметров трубок и отношения расстояния между трубками к диаметру одной из трубок (в расчетах обычно принимается отношение к диаметру неразрезной трубки). На рис. 17 приведен график, при помощи которого можно определить коэффициент n. По вертикальной оси отложено отношение диаметров трубок (d_2/d_1), а по горизонтальной—отношение расстояния между осями трубок S к диаметру неразрезной трубки d_2. Как видно из рис. 17, при равных диаметрах трубок ($d_2/d_1=1$) коэффициент n равен 4 и, следовательно, входное сопротивление равно $73{,}1\cdot4=292$ *ом*.

Возможность изменять входное сопротивление шлейф-вибратора подбором диаметров трубок часто используется для подгонки нужной величины входного сопротивления, что бывает иногда необходимо при согласовании многоэлементных антенн. На практике могут встретиться случаи, когда для получения требуемого большого сопротивления разрезную трубку шлейф-вибратора приходит-

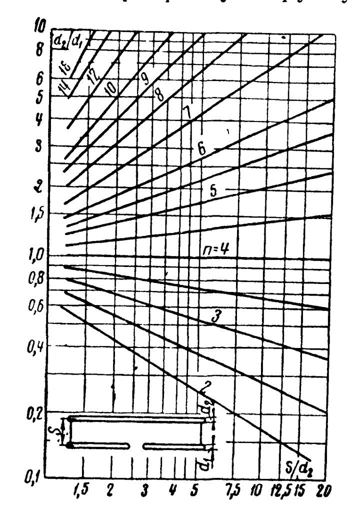


Рис 17. График для определения входного сопротивления шлейф-вибратора, изготовленного из двух трубок.

Рис. 18. График для определения входного сопротивления шлейф-вибратора, изготовленного из трех трубок.

ся делать очень тонкой, что неудобно в конструктивном отношении. Тогда лучше применять тройные шлейф-вибраторы.

Входное сопротивление тройного шлейф-вибратора определяется тем же выражением, что и для двойного шлейф-вибратора, но значения коэффициента n определяются по графику на рис. 18. Если диаметры всех трех трубок равны, то $n=9$ и, следовательно, входное сопротивление тройного шлейф-вибратора равно $73{,}1 \cdot 9 = 658$ *ом*.

Приведем несколько практических замечаний, касающихся конструкции шлейф-вибраторов. Радиус изгиба трубок на концах шлейф-вибратора может быть любым.

Если изгибать трубки трудно, то концы верхних и нижних трубок можно скрепить куском трубки или полоской, ширина которой приблизительно равна диаметру трубки. Крепление шлейф-вибратора к мачте (деревянной или металлической) можно производить в точке нулевого потенциала (точка *0* на рис. 16,*а*) без изоляторов. Шлейф-вибратор должен быть укреплен на мачте горизонтально. Плоскость шлейф-вибратора может быть наклонена по отношению к стреле под любым углом. Важно только следить за тем, чтобы концы трубок, к которым подключается кабель, не были расположены близко к мачте, так как это увеличивает емкость между концами трубок. Необходимо сделать также несколько замечаний о возможностях использования петлевого вибратора с U-коленом для приема нескольких программ.

Петлевой вибратор с U-коленом, настроенный на частоту $f=200$ *Мгц* (длина вибратора $l=710$ *мм*, длина U-колена $l_v=500$ *мм*), можно использовать без перестройки на каналах 6—12. Петлевой вибратор, настроенный на частоту $f=526$ *Мгц* ($l=270$ *мм*; $l_v=190$ *мм*), может быть использован без перестройки на каналах 13—26. На каналах 1—5 петлевой вибратор с U-коленом хорошо работает лишь в пределах одного канала. Поясним это на примере.

Шлейф-вибратор с U-коленом, настроенный на частоту первого канала, на третьем канале не может быть использован. Дело в том, что U-колено на частоте настройки антенны имеет длину $l_v=\frac{1}{2}\lambda_{к1}$, где $\lambda_{к1}$ — средняя длина волны в кабеле для первого канала. При такой длине U-колена напряжение на зажиме *А* вибратора (см. рис. 16,*а*) относительно точки нулевого потенциала сдвинуто по фазе на 180° относительно напряжения на зажиме *А'*. В этом случае токи в правой и левой половинах вибратора симметричны и диаграмма направленности антенны имеет обычную форму восьмерки. На частотах третьего канала длина U-колена уже не будет равна половине длины волны; на частоте 80 *Мгц* U-колено антенны первого канала имеет длину, равную примерно $^3/_4\ \lambda_{к3}$, где $\lambda_{к3}$ — средняя длина волны в кабеле для третьего канала. При такой длине U-колена симметрия токов в вибраторе окажется нарушенной и антенна будет, как говорят, «принимать на кабель», в результате

чего, во-первых, исказится диаграмма направленности и, во-вторых, понизится помехоустойчивость приема. Искажение диаграммы направленности имеет в этом случае произвольный характер и зависит от положения кабеля снижения относительно вибратора. Может оказаться, что в направлении на телевизионный центр диаграмма направленности шлейф-вибратора с U-коленом первого канала будет на третьем канале иметь провал. На рис. 19 приведен пример искаженной диаграммы направленности шлейф-вибратора с U-коленом, настроенным на первый канал, на средней частоте третьего канала (80 *Мгц*) и для сравнения дана диаграмма направленности этой же антенны на средней частоте первого канала (52,5 *Мгц*).

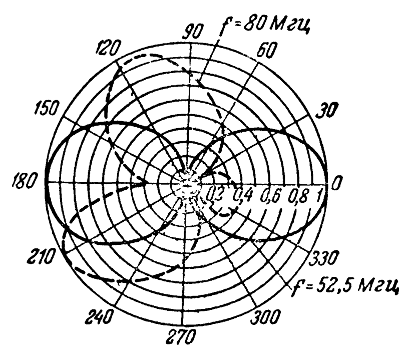


Рис. 19. Диаграмма направленности шлейф-вибратора первого канала с симметрирующим U-коленом на средних частотах первого ($f_{ср}$ =52,5 *Мгц*) и третьего ($f_{ср}$ = 80 *Мгц*) каналов.

Чтобы использовать шлейф-вибратор для приема нескольких телевизионных программ на каналах 1—5, коаксиальный кабель к нему нужно подключать так, как показано на рис. 20,*а* и *б*.

На рис. 20,*а* показано подключение кабеля снижения с помощью симметрирующего мостика через согласующий отрезок кабеля длиной в четверть волны (в кабеле). Согласующий отрезок должен быть выполнен из кабеля с волновым сопротивлением $Z_в$=150 *ом*, например из кабеля РК-50. Надо иметь в виду, что место сращения кабеля РК-50 и кабеля снижения (РК-1, РК-3), а также конец кабеля РК-50, подключенный к петлевому вибратору, должны быть хорошо защищены от проникновения влаги. В противном случае кабель РК-50 может быстро выйти из строя.

По схеме на рис. 20,*б* кабель снижения подводится к шлейф-вибратору в точке нулевого потенциала (точка *0*) и дальше проходит либо по трубке вибратора

внутри одной из половин его (если позволяет диаметр трубки), либо снаружи. Если кабель протягивается внутри трубки, то на проходящем внутри нее участке кабеля изоляционная оболочка из полихлорвинила может быть снята.

При таких способах подключения кабеля симметрия токов в вибраторе не нарушается и, следовательно, диа-

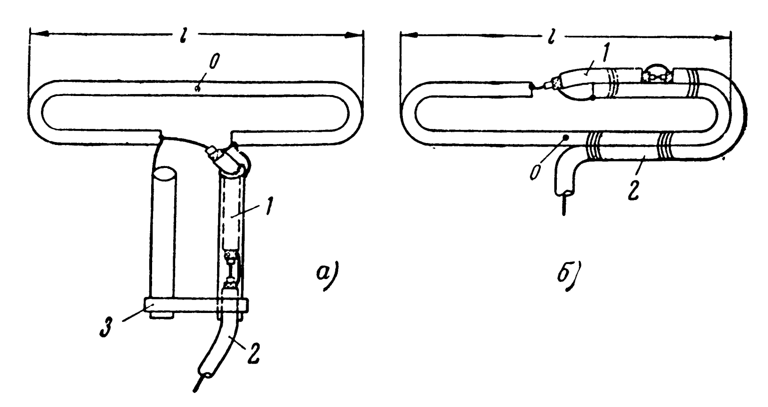


Рис. 20. Подключение кабеля к шлейф-вибратору для приема нескольких программ.

а—через симметрирующий мостик: *1*—согласующий отрезок кабеля РК-50 длиной $\lambda_к/4$ с волновым сопротивлением 150 *ом*, *2*—кабель снижения с волновым сопротивлением 75 *ом* (РК-1, РК-101, РК-3, РК-103); *3*—металлическая перемычка; *б*—схема подключения кабеля к точке нулевого потенциала (точка *0*): *1*—согласующий отрезок кабеля РК-50 длиной $\lambda_к/4$; *2*—кабель снижения с волновым сопротивлением 75 *ом*.

грамма направленности не искажается. В табл. 16 приведены длины шлейф-вибратора и согласующего отрезка кабеля РК-50 для способов включения, показанных на рис. 20,*а* и *б*, при использовании шлейф-вибратора на нескольких каналах.

Таблица 16

Телевизионные каналы	1—3	2—4	3—5
Длина шлейф-вибратора *l*, *мм*	2 150	1 900	1 650
Длина согласующего отрезка из кабеля РК-50, *мм*	910	810	690

Если в качестве снижения используется симметричный кабель, например ленточный кабель КАТВ с волновым сопротивлением $Z_в = 300$ *ом*, подключенный к телевизору через симметрирующее устройство (см. рис. 11), то шлейф-вибратор может работать на каналах 1—3, 2—4, 3—5 при длинах вибратора *l*, указанных соответственно в табл. 16.

Часто возникает вопрос: какой вибратор лучше — линейный или шлейф-вибратор? С точки зрения электрических параметров обе антенны примерно равноценны. Они имеют одинаковую диаграмму направленности как в горизонтальной (см. рис. 2,*а*), так и в вертикальной плоскостях (рис. 2,*б*) и обладают одинаковым коэффициентом усиления. При условии, что вибраторы согласованы с кабелем, шлейф-вибратор по сравнению с линейным вибратором не дает никакого выигрыша в величине напряжения на входе телевизора. Нужно только отметить, что если оба вибратора выполнить из трубок одного и того же диаметра, то полоса пропускания шлейф-вибратора окажется несколько шире. Однако уже при $d = 8$ *мм* полуволновой вибратор пропускает достаточную полосу частот.

Таким образом, вопрос о применении вибратора того или другого типа следует решать, исходя только из конструктивных соображений и наличия подходящих материалов. Шлейф-вибратор, например, легче укреплять на мачте, так как при этом не нужны изоляторы; согласующе-симметрирующая система шлейф-вибратора при применении коаксиального кабеля более проста. В то же время изготовление шлейф-вибратора требует большего количества трубок. Все это и нужно учитывать при выборе типа вибратора.

V-образная антенна на 12 каналов

Полоса пропускания рассмотренных ранее линейного вибратора и шлейф-вибратора зависит от диаметра трубок, из которых выполнены вибраторы. Чем больше диаметр трубок, тем шире полоса пропускаемых частот. Для приема в диапазоне 48,5—100 *Мгц* (каналы 1—5) линейный вибратор должен быть настроен на частоту 72 *Мгц* и иметь диаметр трубок, равный 100—120 *мм*. У такого

вибратора в указанном диапазоне частот сохраняется направление максимального приема, а входное сопротивление изменяется в допустимых пределах. Однако вибратор с трубками столь большого диаметра конструктивно очень неудобен.

Избежать этого неудобства можно, выполнив каждую из половин вибратора в виде «веера» из нескольких трубок диаметром 15—20 *мм*, расходящихся от точек подключения кабеля. «Веерный» вибратор по своей полосе пропускания равноценен вибратору из толстых труб. Этот вибратор, настроенный на частоту 72 *Мгц*, имеет и в диапазоне частот 174—230 *Мгц* (каналы 6—12) входное сопротивление, при котором он остается согласованным. Однако использовать такой вибратор для приема во всем этом диапазоне нельзя, так как его диаграмма направленности на частотах, бо́льших примерно 180 *Мгц*, раздваивается. На рис. 21 показаны диаграммы направленности вибратора, настроенного на частоту 72 *Мгц*, на частотах 72 и 200 *Мгц*.

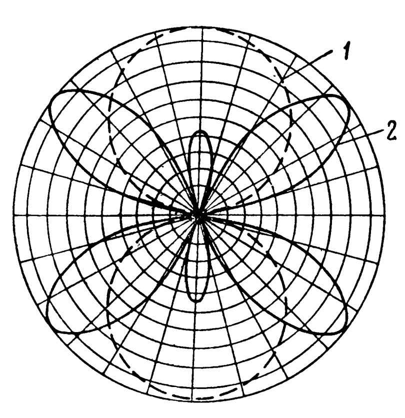


Рис. 21. Диаграммы направленности полуволнового вибратора, настроенного на частоту 72 *Мгц*.
1 — на частоте 72 *Мгц*; *2* — на частоте 200 *Мгц*.

Для сохранения в диапазоне 174—230 *Мгц* того же направления максимального приема, что и в диапазоне 48,5—100 *Мгц*, половины «веерного» вибратора должны быть расположены не в одной плоскости, а под углом в виде буквы V.

12-канальная V-образная антенна, построенная по этому принципу, показана на рис. 22. Коэффициент усиления такой антенны равен примерно коэффициенту усиления полуволнового вибратора.

Соединение антенны с 75-омным коаксиальным кабелем производится при помощи симметрирующего мостика через трансформатор из кабеля с волновым сопротивлением 90 *ом* (РК-2). Длина мостика равна 1 100 *мм*,

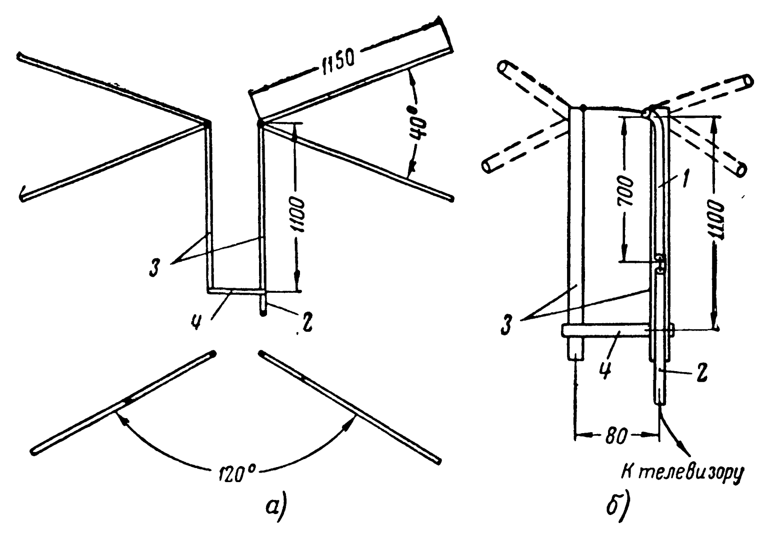


Рис. 22. V-образная антенна на 12 каналов.

а — основные размеры антенны; *б* — способ подключения кабеля; *1* — согласующий отрезок кабеля с волновым сопротивлением 90 *ом* (РК-2) длиной 700 *мм*; *2* — кабель снижения (РК-1, РК-101, РК-3, РК-103); *3* — трубки симметрирующего мостика; *4* — металлическая перемычка.

что составляет $\lambda/4$ на частоте 68 *Мгц* и $^3/_4\lambda$ на частоте 204 *Мгц*.

Длина согласующего отрезка кабеля (700 *мм*), указанная на рис. 22, взята с учетом укорочения длины волны в кабеле в полтора раза и составляет $\lambda_к/4$ на частоте 68 *Мгц* и $^3/_4\,\lambda_к$ на частоте 204 *Мгц*.

ГЛАВА ПЯТАЯ

КОМНАТНЫЕ АНТЕННЫ

Внутри зданий, как мы уже говорили, сильно выражен интерференционный характер электромагнитного поля. Поэтому от удачного подбора положения антенны в комнате в большой степени зависит качество изображения на экране телевизора. Для того чтобы облегчить выбор положения, антенна должна прежде всего иметь возможно меньшие габариты. Однако антенна, размеры

которой много меньше половины длины волны, имеет малую эффективность. Повысить же эффективность антенны можно только за счет сужения полосы пропускания. Этими обстоятельствами, как будет показано ниже, и определяются минимально возможные габариты комнатной антенны.

Комнатные антенны снабжены кабелями снижения, длина которых, как правило, не превышает 2—2,5 *м*, поэтому, даже если антенна рассогласована, при такой длине кабеля сдвиг повторного изображения относительно основного настолько мал, что заметного ухудшения качества изображения не происходит. Следовательно, для упрощения конструкции комнатную антенну можно не согласовывать с кабелем.

Применение симметрирующего устройства в комнатной антенне делает последнюю менее чувствительной к влиянию окружающих предметов и облегчает подбор наивыгоднейшего положения ее в комнате, при котором можно получить наилучшее изображение. Однако удовлетворительное положение антенны можно подобрать и при отсутствии симметрирующего устройства. Поэтому прибегать к симметрированию комнатной антенны целесообразно лишь в тех случаях, когда это не вызывает заметного усложнения ее схемы и конструкции.

Простейшие комнатные антенны типа линейный полуволновый или петлевой вибраторы можно изготовить, как показано на рис. 23,*а* и *б*. Антенна на рис. 23,*а* изготавливается из любого провода (антенный канатик, монтажный провод, осветительный шнур и т. п.). Снижение антенны может быть сделано из осветительного шнура, двух сплетенных монтажных изолированных проводов или любого другого изолированного провода. Изоляторы *2* (рис. 23) могут быть изготовлены из гетинакса, текстолита или органического стекла.

Длина антенны равна приблизительно половине длины волны и выбирается для каждого канала по табл. 1 и 4. Если предполагается принимать несколько смежных каналов, то длина антенны выбирается соответствующей среднему каналу. Один провод снижения подключается к центральному гнезду антенного входа телевизора, второй — к наружному цилиндру антенного ввода.

Антенна на рис. 23,*б* изготавливается из ленточного кабеля КАТВ. Снижение этой антенны можно подклю-

чить к телевизору так же, как и снижение антенны на рис. 23,*а*. Однако лучшие результаты можно получить, подключив снижение к телевизору через симметрирующее устройство, описанное в гл. 3.

Недостатком описанных антенн является то, что их трудно ориентировать в комнате. Более удобны выпускаемые промышленностью антенны на подставках с вибраторами телескопической конструкции, выполненными из трубок.

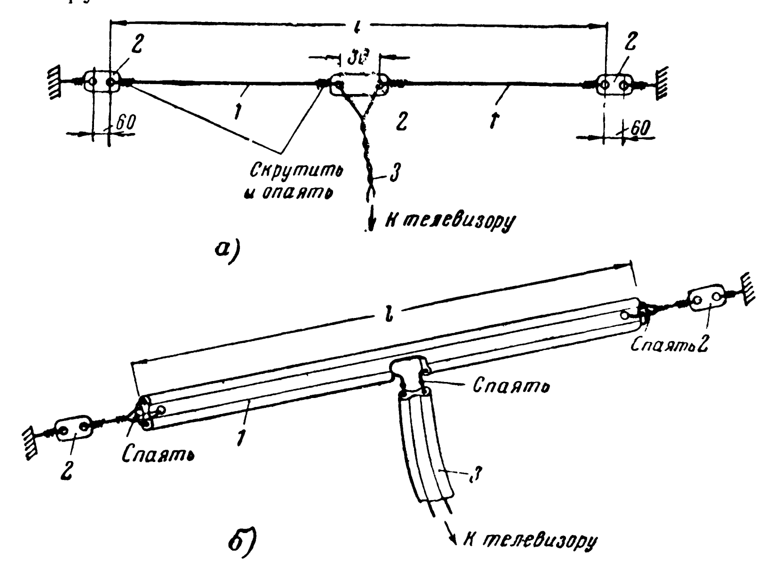


Рис. 23. Простейшие комнатные антенны.

а — полуволновый вибратор: *1* — провода антенны, *2* — изоляторы; *3* — снижение; *б* — антенна из ленточного кабеля КАТВ; *1* — антенна; *2* — изоляторы; *3* — снижение.

Комнатная телевизионная телескопическая антенна КТТА, выпускаемая в настоящее время промышленностью, представляет собой линейный полуволновой вибратор телескопической конструкции (рис. 24). Антенна может быть использована на любом из пяти первых телевизионных каналов в диапазоне 48,5—100 *Мгц*. Переход с канала на канал производится изменением длины вибратора; половины вибратора, закрепленные в пластмассовом основании, состоят каждая из четырех входящих друг в друга трубок.

Точную длину, до которой должны быть раздвинуты половины вибратора для каждого канала, указать трудно, так как она зависит от положения вибратора относительно стен и различных предметов, находящихся в комнате. Примерная длина каждой половины вибратора для любого из пяти каналов указана в табл. 17.



Рис. 24. Комнатная телескопическая антенна типа КТТА.

На небольших расстояниях от телевизионного центра достаточная контрастность изображения может быть получена и при длине каждой половины вибратора, меньшей, чем указано в таблице.

Подключение антенны к телевизору производится коаксиальным кабелем РК-1 или двухпроводным симметричным шнуром.

Недостаток такой антенны — отсутствие симметрирующего устройства — не является существенным, так как в большинстве случаев вибратор, установленный

Таблица 17

Телевизионные каналы	1	2	3	4	5
Длина половины вибратора, *мм* . . .	1 350—1 450	1 150—1 250	850—950	750—850	700—800

в комнате, теряет симметрию вследствие неодинаковых расстояний от половин вибратора до стен комнаты и различных предметов. Такое упрощение конструкции антенны, т. е. отказ от использования симметрирующего устройства, сделано лишь с целью удешевления ее.

Коэффициент усиления антенны равен 1, а диаграмме направленности ее в горизонтальной плоскости имеет форму восьмерки. Полоса пропускания антенны составляет примерно 10 *Мгц* при неравномерности ±0,5 *дб*.

Таким образом, электрические параметры антенны позволяют получить хорошее изображение. Однако в связи со спецификой приема телевизионных сигналов внутри помещений, о чем рассказывалось в гл. 2 этой книги, реализовать полностью положительные свойства антенны удается не всегда. Решающее значение при этом имеет удачный выбор места установки антенны.

Другие типы комнатных телевизионных телескопических антенн, выпускаемые в настоящее время, по своим электрическим и конструктивным данным мало отличаются от КТТА и лишь немного различаются отдельными элементами конструкции.

12-канальная комнатная антенна конструктивно может быть выполнена так же, как антенна КТТА, если только число колен телескопических трубок и длину колен подобрать так, чтобы при полностью вдвинутых трубках длина каждой половины вибратора составляла 370 *мм*, а при полностью выдвинутых — 1 400 *мм*. При изменении длины трубок в указанных пределах антенна может быть настроена на частоту любого канала.

Габариты 12-канальной комнатной антенны можно уменьшить, если укоротить геометрическую длину каждой половины вибратора и катушками индуктивности

скомпенсировать емкостную составляющую входного сопротивления укороченного вибратора; антенна при этом окажется настроенной в резонанс на частоту соответствующего канала. Как показывают эксперименты, максимальная длина каждой половины вибратора телескопической конструкции при полностью выдвинутых трубках должна составлять 770 *мм,* т. е. почти вдвое меньше, чем у антенны КТТА. Сделать вибратор короче нельзя, так как это приведет к сужению полосы пропускания на первом (самом длинноволновом) канале.

Схема антенны показана на рис. 25. Компенсирующие катушки L_1 и L_2 включены последовательно с поло-

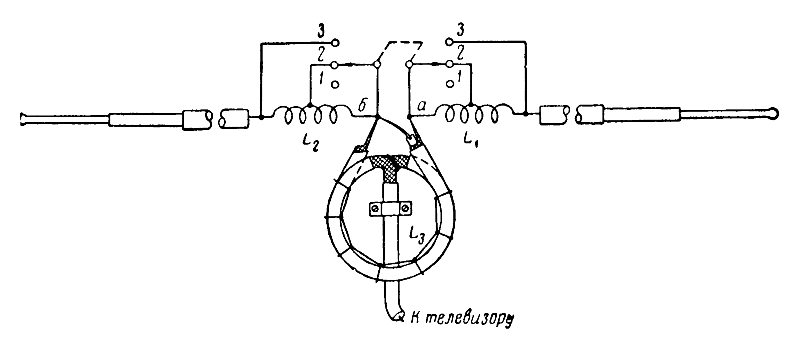


Рис. 25. Схема укороченной 12-канальной комнатной антенны.

винами вибратора антенны. Коммутация в схеме антенны осуществляется при помощи двухполюсного переключателя на три положения. В положении *1* переключателя (обе катушки включены полностью) при полностью выдвинутых трубках антенна работает на первом, а в положении *2* (часть витков катушек закорочена) — на втором канале. В положении *3* (обе катушки полностью закорочены) антенна работает на каналах 3—12, причем на третьем канале трубки выдвинуты полностью, на четвертом и пятом длина каждой половины вибратора должна быть 650 *мм*, а на каналах 6—12 — 350 *мм.*

Коэффициент усиления антенны на первом и втором каналах равен 0,8, а на остальных — 1.

Антенна соединяется с приемником коаксиальным кабелем с волновым сопротивлением 75 или 50 *ом.* Подключение кабеля к антенне производится через симметрирующую катушку L_3, как показано на рис. 25.

Катушка L_3, изготавливаемая из того же кабеля, что и снижение, наматывается на картонном каркасе диаметром 25 *мм* и закрепляется нитяным бандажом. Она состоит из двух симметричных частей по четыре витка в каждой, которые наматываются на каркас в направлении стрелок, показанных на рис. 26. Конец последнего витка части катушки, являющейся продолжением кабеля снижения, подключается собранной в жгут оплеткой к точке *а* катушки L_1, а жилой — к точке *б* катушки L_2

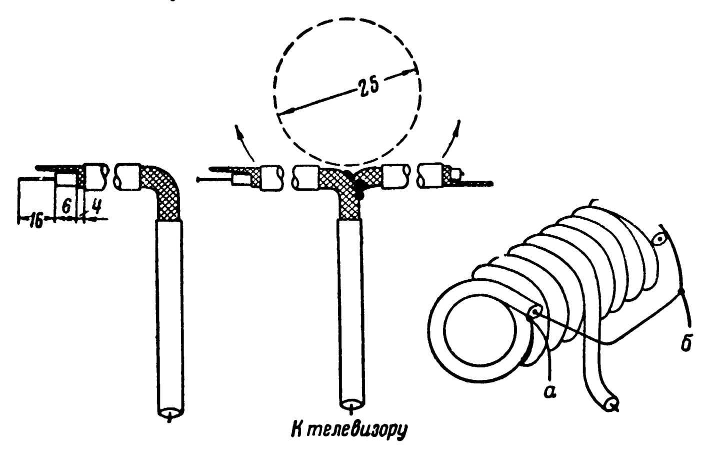


Рис. 26. Устройство катушки из кабеля.

(рис. 25). Конец последнего витка другой половины катушки подключается собранной в жгут оплеткой к точке *б* катушки L_2, а жила этой половины катушки обрезается с обеих сторон и остается неподключенной. Витки катушки L_3 укладываются на каркасе вплотную.

Катушки L_1 и L_2 содержат по восемь витков каждая и наматываются проводом ПЭЛ 0,8 на каркасах диаметром 13 *мм*, изготовленных из органического стекла, текстолита или другого изоляционного материала. Шаг намотки 2 *мм*. Отвод делается от третьего витка, считая соответственно от точек *а* и *б*. Длина монтажных проводов должна быть минимальной.

Каждая половина вибратора антенны состоит из трех входящих друг в друга латунных, алюминиевых или стальных трубок. Диаметр самой тонкой трубки должен быть не менее 6 *мм*. Желательно, чтобы обе половины

вибратора были прикреплены к основанию антенны при помощи шарниров, как показано на рис. 27. Шарнирное крепление трубок позволяет наилучшим образом ориентировать антенну. Эта антенна также выпускается промышленностью.

Укороченный шлейф-вибратор является малогабаритной комнатной антенной, которую удобно применять главным образом в диапазоне частот 174—



Рис. 27. Внешний вид укороченной 12-канальной комнатной антенны.

230 *Мгц* (каналы 6—12), так как в этом диапазоне антенна может применяться без перестройки.

Геометрическая длина обычного шлейф-вибратора, как известно, равна примерно половине длины волны. Если такой вибратор разрезать в середине сплошного стержня, как показано на рис. 28,*а*, то его резонансная частота уменьшится примерно вдвое.

В качестве наружной антенны укороченный шлейф-вибратор не используется, потому что он имеет входное сопротивление, равное примерно 15 *ом*, и его трудно согласовать с кабелем, сохранив достаточно широкую полосу. В качестве же комнатной антенны, где согласова-

Таблица 18

Телевизионные каналы	1	2	3	4	5	6—12
Длина вибратора, *мм* . . .	1 720	1 450	1 070	1 020	940	420

ние и симметрирование необязательны, использование укороченного шлейф-вибратора вполне целесообразно. Размеры укороченного шлейф-вибратора приведены в табл. 18.

Конструктивно антенна представляет собой шлейф-вибратор, укрепленный на текстолитовой или гетинаксовой пластине (рис. 28,*б*). Обе половины шлейф-вибратора устанавливаются на пластине либо неподвижно, либо так, чтобы каждая половина могла вращаться вокруг своей горизонтальной оси.

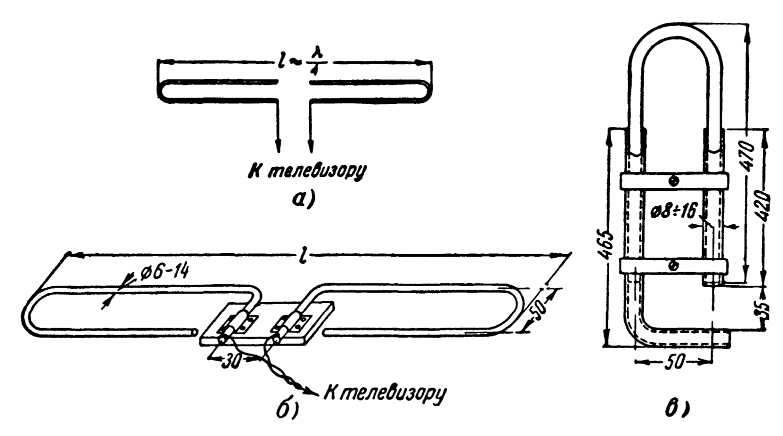


Рис. 28. Укороченный шлейф-вибратор.

а — схема антенны; *б* — конструкция антенны; *в* — конструкция одной половины перестраивающегося вибратора для приема двух программ МТЦ (1-й и 3-й каналы).

Для приема двух программ телевидения укороченный шлейф-вибратор может быть сделан перестраивающимся. При этом каждая половина вибратора должна быть выполнена в виде двухколенной телескопической конструкции («тромбона»), как показано на рис. 28,*в*. Размеры антенны выбраны такими, чтобы ее можно было

перестраивать для приема любой из двух программ МТЦ. Для приема первой программы общую длину антенны нужно установить равной 1 720 *мм*, а для второй — 1 070 *мм*.

Многопрограммной перестраивающейся эту антенну делать не следует, так как «тромбон» с числом колен более двух чрезвычайно трудно выполнить.

К симметричному входу приемника антенна подключается кабелем КАТВ или любым другим двухпроводным фидером. К несимметричному (коаксиальному) входу приемника антенна может подключаться любым кабелем.

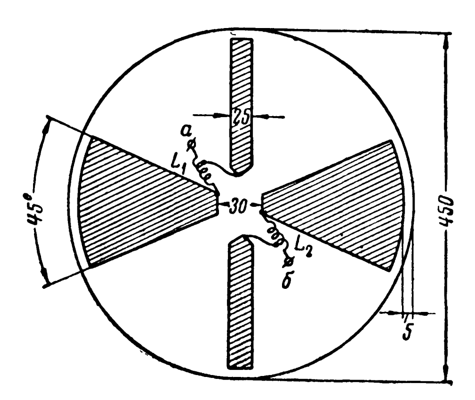


Рис 29. Встроенная в телевизор 12-канальная антенна.

Диаграмма направленности антенны в горизонтальной плоскости имеет форму восьмерки. По коэффициенту усиления эта антенна несколько уступает укороченному линейному полуволновому вибратору.

Встроенная в телевизор антенна, работающая без перестройки на всех 12 каналах, представляет собой сочетание двух коротких симметричных вибраторов. Эскиз антенны с указанием ее основных размеров приведен на рис. 29.

Антенна выполняется следующим образом. На текстолитовый или фибровый диск толщиной 2—3 *мм* и диаметром 450 *мм* наклеиваются четыре пластины из медной или алюминиевой фольги. Один из вибраторов состоит из пары пластин, имеющих форму секторов

окружности, а другой из пластин в виде двух полосок. Настройка вибраторов в резонанс осуществляется катушками индуктивности L_1 и L_2, каждая из которых содержит по 13 витков провода ПЭЛ 1,0. Диаметр катушек составляет 9 *мм*, а шаг намотки — 1,5 *мм*. Кабель, соединяющий антенну со входом приемника, подключается к точкам *а* и *б* катушек L_1 и L_2. Отпайки в катушках делаются от третьего витка, считая от точек подключения кабеля. Длина кабеля 30—40 *см*.

Антенна размещается внутри футляра телевизора непосредственно под верхней крышкой, катушками вниз. Зазор между диском антенны и крышкой составляет 5—6 *мм*. Антенна прикрепляется к крышке футляра металлическим или диэлектрическим штифтом, который проходит через отверстие в центре диска. На этом же штифте, как на оси, диск должен поворачиваться, что дает возможность ориентировать антенну наилучшим образом.

Точку, в которой центр диска прикрепляется к верхней крышке, нужно выбрать так, чтобы диск выходил на 3—4 *мм* за заднюю крышку футляра телевизора в специально прорезанную в задней крышке щель шириной 4—5 *мм*. Это позволит поворачивать диск, не снимая крышки. Взаимное расположение диска и щели по высоте должно быть таким, чтобы диск своей гладкой стороной (т. е. стороной, обращенной к верхней крышке телевизора), не перекашиваясь, слегка терся о верхний край щели. Это делает положение диска более устойчивым и обеспечивает надежную фиксацию его положения после ориентировки антенны.

Встроенную антенну можно подключать к симметричному 300-омному входу телевизора при помощи симметричного кабеля КАТВ (с волновым сопротивлением 300 *ом*). К несимметричному 75-омному входу антенну подключают при помощи кабеля РК-1 или симметричного фидера, сделанного из свитых монтажных проводов. Выгоднее все же подключать встроенную антенну к 300-омному входу, так как при этом эффективность антенны на краях рабочей полосы частот получается более высокой, а ее частотная характеристика в пределах каждого телевизионного канала — более равномерной. При подключении встроенной антенны к 300-омному входу телевизора неравномерность частотной характеристики в по-

лосе частот третьего телевизионного канала не превышает 1 *дб*, а в полосе частот любого другого телевизионного канала она еще меньше.

В диапазоне частот 48,5—100 *Мгц* коэффициент усиления антенны меняется в пределах 0,1—0,3. На частотах 174—230 *Мгц* коэффициент усиления равен 0,6—0,7.

Достаточную контрастность передач Московского телевизионного центра при приеме на многоканальную встроенную антенну можно получить в радиусе примерно 5—6 *км*, если телевизор обладает чувствительностью 100—200 *мкв*. При чувствительности телевизора 500—1 000 *мкв* встроенной антенной можно пользоваться только в радиусе 2—3 *км* от телевизионного центра.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

РАЗМЕЩЕНИЕ АНТЕНН РАЗНЫХ КАНАЛОВ НА ОБЩЕЙ МАЧТЕ

Для приема передач двух телецентров, находящихся в разных направлениях от места приема, можно установить на одной мачте две отдельные антенны, подключив их к общему снижению. Каждая из этих антенн в зависимости от конкретных условий приема может быть либо слабо направленной, либо направленной (рис. 30) и должна быть ориентирована на соответствующий телевизионный центр. Расстояние между антеннами по вертикали должно быть не менее четверти средней длины волны телецентра, работающего на более низкой частоте.

Соединение антенн с общим кабелем снижения производится с помощью разделительного фильтра, который обеспечивает развязку между антеннами. Разделительный фильтр можно собрать из отрезков коаксиальных кабелей с волновым сопротивлением 75 *ом* (РК-1 и РК-3) или на сосредоточенных постоянных — катушках индуктивности и конденсаторах.

Схема фильтра из отрезков кабелей показана на рис. 31. Работа фильтра основана на использовании следующих свойств отрезков кабелей: входное сопротивление четвертьволнового закороченного и полуволнового разомкнутого на конце кабеля равно бесконечности,

а четвертьволнового разомкнутого и полуволнового закороченного кабеля — нулю.

Пусть λ_1 — средняя длина волны первого из принимаемых каналов, а λ_2 — второго. Сигнал на волне λ_2, принятый настроенной на эту волну второй антенной, поступает в общий кабель снижения, не испытывая отраже

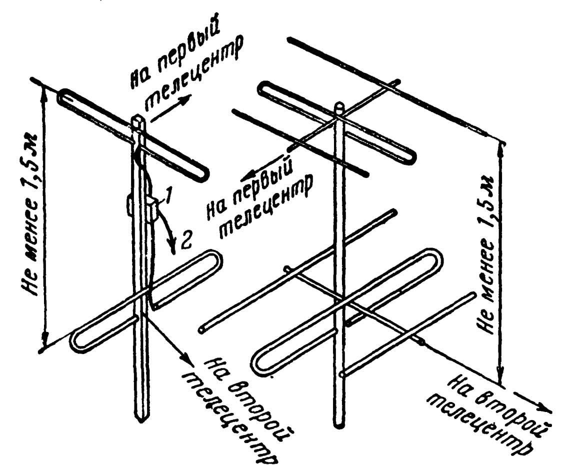


Рис. 30. Размещение двух антенн на общей мачте.

1 — разделительный фильтр; 2 — снижение.

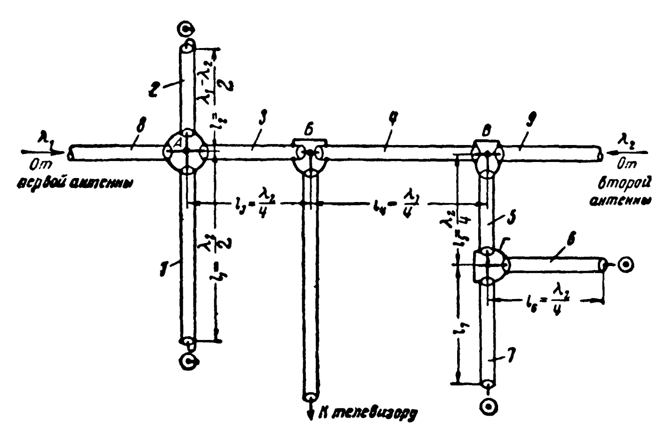


Рис. 31. Схема разделительного фильтра из отрезков коаксиального кабеля. Все кабели с волновым сопротивлением 75 *ом* (РК-1, РК-101, РК-3, РК-103).

ний в точках B и $Б$ и не ответвляясь в сторону антенны, настроенной на волну λ_1. Объясняется это следующим. В точке B к кабелю, идущему от второй антенны, подключен комбинированный шлейф, входное сопротивление которого, как будет показано дальше, на волне λ_2 очень велико, и, следовательно, на этой волне шлейф не шунтирует кабель, идущий от второй антенны. Большое входное сопротивление комбинированного шлейфа обусловлено тем, что разомкнутый на конце кабель *6* длиной $l_6 = \frac{\lambda_2}{4}$ в точке $Г$ замыкает накоротко кабель *5*, длина которого l_5 также равна $\frac{\lambda_2}{4}$, и поэтому в точке B входное сопротивление кабеля *5* очень велико. В точке $Б$ сигнал на волне λ_2 не ответвляется в сторону первой антенны вследствие того, что кабель *3* имеет в точке $Б$ очень большое входное сопротивление. Объясняется это тем, что в точке A на расстоянии $l_3 = \frac{\lambda_2}{4}$ от точки $Б$ включен закороченный на конце кабель *1* длиной $l_1 = \frac{\lambda_2}{2}$. Таким образом, сигнал на волне λ_2, принятый второй антенной, поступает без потерь в общий кабель снижения.

Сигнал на волне λ_1, принятый первой антенной, настроенной на эту волну, также поступает в общий кабель снижения, не испытывая отражения в точках A и $Б$ и не ответвляясь в сторону второй антенны. Объясняется это следующим. В точке A к кабелю, идущему от первой антенны, подключены параллельно два короткозамкнутых шлейфа: *1* и *2*, сумма длин которых равна $\frac{\lambda_1}{2}$. Известно, что короткозамкнутый с обоих концов отрезок кабеля длиной в половину волны имеет в любой точке очень большое сопротивление между жилой и оплеткой. Поэтому сигнал на волне λ_1 не испытывает отражений в точке A. Сигнал на волне λ_1 не ответвляется в точке $Б$ в сторону второй антенны, так как кабель *4* имеет в точке $Б$ очень большое входное сопротивление. Объясняется это тем, что в точке B на расстоянии $l_1 = \frac{\lambda_1}{4}$ от точки $Б$ включен комбинированный шлейф, входное сопротивление которого на волне λ_1 равно нулю (это

достигается подбором длины l_7 кабеля 7). Длина кабеля 7 зависит от соотношения длин волн принимаемых каналов.

Таким образом, сигнал на волне λ_1, принятый первой антенной, поступает без потерь в общий кабель снижения. Кроме того, фильтр не пропускает в общий кабель снижения сигналы на волне λ_1, принятые второй антенной, и сигналы на волне λ_2, принятые первой антенной, что устраняет возможное искажение сигналов.

Длины отрезков кабелей фильтра для разных сочетаний принимаемых каналов указаны в табл. 19. Кабели *8* и *9* могут быть произвольной длины.

Таблица 19

Номер канала на волне λ_1	Номер канала на волне λ_2	Длина, *мм*						
		l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7
1	3	1 250	650	625	960	625	625	455*
	4	1 130	770	565	960	565	565	615*
	5	1 040	860	520	960	520	520	770*
	6	560	1 350	280	960	280	280	590
	7—8	520	1 390	260	960	260	260	630
	9—10	480	1 430	240	960	240	240	670
	11—12	450	1 460	225	960	220	220	700
2	4	1 130	480	565	810	565	565	295*
	5	1 040	570	520	810	520	520	405*
	6	560	1 050	280	810	280	280	410
	7—8	520	1 090	260	810	260	260	250
	9—10	480	1 130	240	810	240	240	490
	11—12	450	1 160	225	810	220	220	530
3	5	1 040	210	520	620	520	520	275*
	6	560	690	280	620	280	280	90
	7—8	520	730	260	620	260	260	190
	9—10	480	770	240	620	240	240	250
	11—12	450	800	225	620	220	220	310
4	6	560	570	280	560	280	280	0
	7—8	520	610	260	560	260	260	90
	9—10	480	650	240	560	240	240	160
	11—12	450	680	225	560	220	220	230
5	6—7	550	490	270	520	290	290	0
	8	510	530	250	520	250	250	0
	9—10	480	560	240	520	240	240	70
	11—12	450	590	225	520	220	220	150

Пользоваться табл. 19 для определения длины кабелей фильтра надо следующим образом. В графе «Номер канала на волне λ_1» нужно найти номер канала, имеющего более низкую, а в графе «Номер канала на волне λ_2» более высокую частоту. Длина каждого из отрезков кабелей проставлена в горизонтальной строке против номера канала на волне λ_2.

Кабели *1* и *2* замкнуты, а кабель *6* разомкнут на конце. У кабеля *7* жила и оплетка замкнуты на конце только в тех случаях, когда длина кабеля помечена в табл. 19 звездочкой (кабель *7*, если длина его не помечена звездочкой, разомкнут на конце).

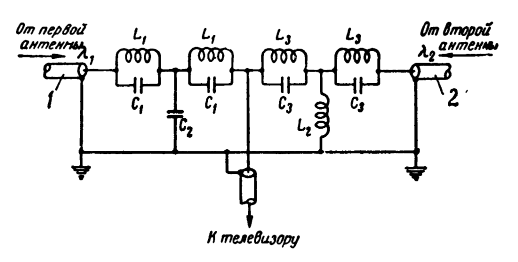


Рис. 32. Схема разделительного фильтра на сосредоточенных постоянных.
1 — кабель от первой антенны, *2* — кабель от второй антенны

При сборке фильтра нужно тщательно следить за тем, чтобы в местах соединения кабелей не было короткого замыкания между жилой и оплеткой. После сборки фильтр можно свернуть в жгут и подвязать к мачте антенны либо поместить на чердаке или в комнате.

Схема разделительного фильтра на сосредоточенных постоянных, представляющего собой комбинацию фильтров верхних и нижних частот, показана на рис. 32. Электрические и конструктивные данные элементов фильтра приведены в табл. 20. Фильтр типа I используется в случаях, когда один из принимаемых каналов расположен в диапазоне 48,5—100 *Мгц* (каналы 1—5), а другой — в диапазоне 174—230 *Мгц* (каналы 6—12). С помощью фильтра типа I можно, например, подключить к общему снижению антенну 1—3-го каналов и антенну 8-го канала. Фильтр типа II используется для приема 1-го и 3-го, типа III—2-го и 4-го, типа IV—2-го и 5-го каналов.

Таблица 20

Тип фильтра	Катушки L_1: Индуктивность, мкгн	L_1: Число витков	L_1: Диаметр каркаса, мм	L_2: Индуктивность, мкгн	L_2: Число витков	L_2: Диаметр каркаса, мм	L_3: Индуктивность, мкгн	L_3: Число витков	L_3: Диаметр каркаса, мм	Емкость конденсаторов, пф: C_1	C_2	C_3
I	0,05	2	5	0,08	3	5	0,39	11	5	12	20	12
II	0,09	3	6	0,16	5	6	0,23	7	6	47	33	39
III	0,08	3	5	0,14	5	5	0,2	7	5	47	30	36
IV	0,08	3	5	0,16	6	5	0,14	5	5	43	30	43

Фильтр монтируется на гетинаксовой пластине размерами 110×60 *мм*. Все конденсаторы фильтра — типа КТК. Все катушки наматываются на каркасах из текстолита или гетинакса в один слой виток к витку проводом ПЭЛ 0,6. Катушки L_1 и L_3 размещаются на общем, а катушка L_2 — на отдельном каркасе и располагается перпендикулярно катушкам L_3. Монтажные провода должны быть как можно короче. Оплетки всех трех кабелей, подключаемых к фильтру, соединяются общей шиной.

Устанавливать фильтр можно на мачте или в помещении. В случае установки фильтра на улице его нужно закрыть крышкой из изоляционного материала и залить церезином или стеарином. Заливка производится через отверстие (диаметром 3—4 *мм*) в крышке.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

НАПРАВЛЕННЫЕ АНТЕННЫ

В отличие от слабо направленных антенн типа полуволновой вибратор с двухлепестковой диаграммой направленности (см. рис. 2,*а*) направленные антенны имеют однолепестковую диаграмму направленности (рис. 2,*г*). Поэтому направленные антенны могут принимать телевизионный сигнал только в небольшом секторе в пределах лепестка диаграммы направленности.

Применение направленных антенн с узкими диаграммами направленности выгодно в условиях города, так как при помощи таких антенн часто удается ослабить повторные изображения на экране телевизора. В случае сильных помех, даже при небольших расстояниях от телевизионного центра, применение направленных антенн также может оказаться полезным, если только источник помех не находится на линии, соединяющей точку приема с передающей антенной телевизионного центра. Кроме того, направленные антенны с узкой диаграммой направленности имеют больший коэффициент усиления и могут обеспечить прием на бо́льших расстояниях от телевизионного центра.

Направленные антенны с большим коэффициентом усиления по конструкции сложнее обычного линейного или петлевого вибратора. На изготовление их расходуется больше материалов, требуется больше времени и обходятся они дороже. Поэтому направленные антенны не следует применять без особой нужды там, где обеспечивают удовлетворительный прием комнатные или простые наружные антенны. Чаще всего направленные антенны применяются на больших расстояниях от телецентра, превышающих 30—40 *км.*

Антенны типа «волновой канал»

Удобной по конструкции направленной антенной для УКВ диапазона является антенна типа «волновой канал», состоящая из активного вибратора (линейного или шлейф-вибратора) и пассивных вибраторов (рефлектора и директоров), укрепленных на общей стреле. Пассивные вибраторы выполняются из неразрезных трубок и укрепляются на стреле без изоляторов. Различные варианты антенн типа «волновой канал» показаны на рис. 33.

Пассивный вибратор, находящийся позади активного (со стороны, противоположной направлению, с которого приходит принимаемый сигнал), называют рефлектором. Обычно антенны типа «волновой канал» имеют один рефлектор. Пассивные вибраторы, располагаемые перед активным вибратором (со стороны прихода сигнала), называют директорами.

Принцип работы антенны «волновой канал» можно пояснить следующим образом. Известно, что диаграмма

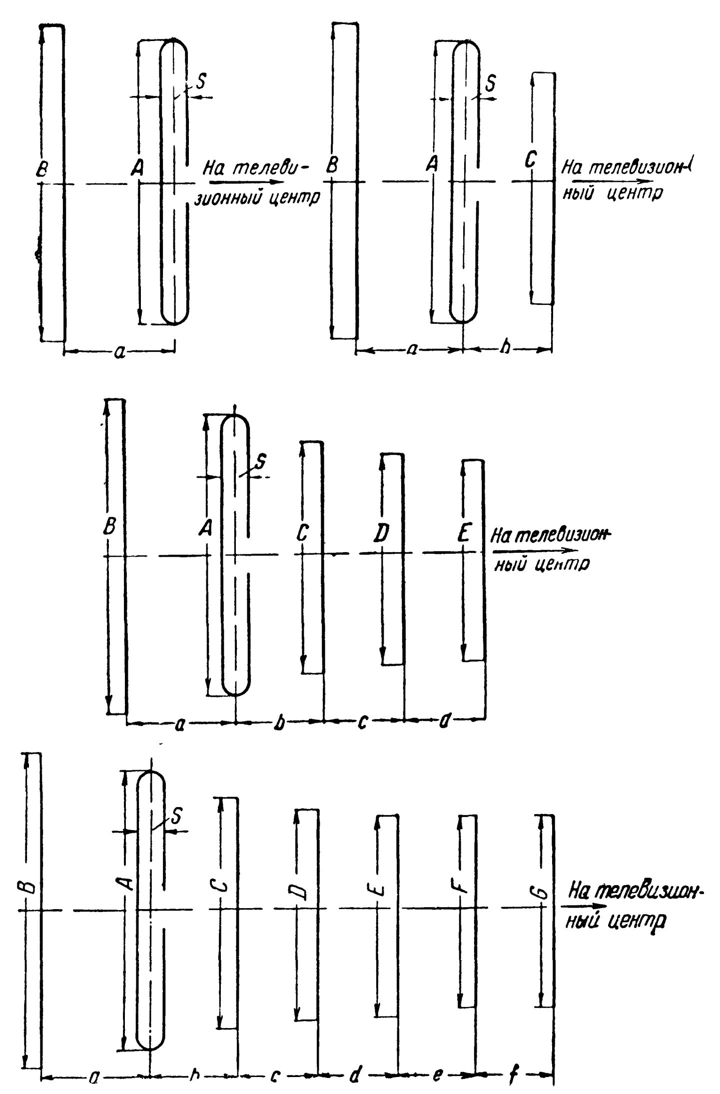


Рис. 33. Расположение вибраторов многоэлементных антенн типа „волновой канал".

направленности антенны остается неизменной независимо от того, работает ли антенна на прием или на передачу. Поэтому рассмотрим работу антенны «волновой канал» в режиме передачи, когда высокочастотная э. д. с. прикладывается к входным зажимам активного вибратора (шлейф-вибратор на рис. 33). В результате активный вибратор создает электромагнитное поле, которое наводит э. д. с. в пассивных вибраторах. Под действием этих э. д. с. в пассивных вибраторах возникают токи, и эти вибраторы в свою очередь создают электромагнитные поля. Амплитуда и фаза токов в пассивных вибраторах зависят от их длины и расстояния до активного вибратора. Длина рефлектора и его расстояние до активного вибратора подбираются такими, чтобы поля, созданные рефлектором и активным вибратором, в одном направлении (со стороны рефлектора) взаимно уничтожались, а в противоположном (главном) направлении — складывались.

Таким образом, рефлектор обеспечивает получение однонаправленной характеристики излучения (однолепестковой диаграммы направленности). Такой эффект может быть получен, если рефлектор длиной $l=\frac{\lambda}{2}$ расположить позади активного вибратора на расстоянии, равном $\frac{\lambda}{4}$. Обычно рефлектор располагают несколько ближе к активному вибратору, чтобы увеличить амплитуду тока в рефлекторе. Это необходимо для возможно большего ослабления поля, действующего в сторону рефлектора. Рефлектор в таких случаях приходится делать немного длиннее, чем $\frac{\lambda}{2}$ (для обеспечения нужной фазы тока в рефлекторе). Сопротивление рефлектора при этом носит индуктивный характер.

Длины директоров и расстояния от активного вибратора подбираются так, чтобы обеспечить сложение полей, создаваемых директорами и активным вибратором в главном направлении. Директоры способствуют сужению основного лепестка диаграммы направленности. Обычно они делаются несколько короче половины длины волны и имеют сопротивление емкостного характера. Пример диаграммы направленности антенны «волновой канал» приведен на рис. 2,*г*.

Основные параметры антенны типа «волновой канал» — входное сопротивление, коэффициент усиления и ширина диаграммы направленности — взаимно связаны и зависят от длин вибраторов и расстояний между ними. Диаграмма направленности антенны должна иметь возможно более узкий передний лепесток и как можно меньшие задние лепестки, что уменьшает влияние отраженных сигналов и помех. Полоса пропускания антенны должна быть достаточно широкой для получения высокой четкости изображения.

Многоэлементная антенна типа «волновой канал», если при настройке ее стремиться получить лишь максимально возможный коэффициент усиления, будет иметь узкую полосу пропускания. Поэтому, настраивая многоэлементные антенны, приходится искать компромиссное решение, чтобы наилучшим образом удовлетворить противоречивые требования получения высокого коэффициента усиления и широкой полосы пропускания. Этим и объясняется то, что в литературе встречаются различные варианты геометрических размеров антенн типа «волновой канал». Многоэлементные телевизионные антенны настраиваются так, чтобы получить возможно больший коэффициент усиления при минимально необходимой полосе пропускания.

В табл. 21 приведены величины коэффициентов усиления антенн типа «волновой канал» в зависимости от числа пассивных элементов в антенне. Нижний предел коэффициента усиления получается обычно при настройке антенны на широкую полосу пропускания ($\pm 10\%$ для двухэлементных, $\pm 7\%$ для трехэлементных и $\pm 4\%$ для многоэлементных антенн). Верхний предел указан при настройке на более узкую полосу пропускания.

Таблица 21

Число пассивных вибраторов	1	2	3	4	5	6
Коэффициент усиления . .	1,3—1,5	1,7—2,0	2,1—2,4	2,5—2,8	2,9—3,2	3,3—3,6

В табл. 22 приводятся геометрические размеры двухэлементных антенн для 12 телевизионных каналов, выбранные с учетом получения достаточно широкой поло-

Таблица 22

Телевизионные каналы	Размеры, *мм*			Длина, U-колена, *мм*	Телевизионные каналы	Размеры, *мм*			Длина U-колена, *мм*
	A	*B*	*a*			*A*	*B*	*a*	
1	2 560	3 140	900	1 900	7	730	890	255	535
2	2 180	2 680	760	1 600	8	700	850	240	515
3	1 700	2 060	590	1 240	9	670	815	230	495
4	1 530	1 870	535	1 120	10	640	785	225	475
5	1 400	1 710	490	1 030	11	620	760	220	455
6	760	930	270	560	12	595	730	215	440

сы пропускания при возможно большем коэффициенте усиления и небольших задних лепестках диаграммы направленности.

В табл. 23 приведены геометрические размеры трехэлементных антенн.

Таблица 23

Телевизионные каналы	Размеры, *мм*					Длина U-колена, *мм*
	A	*B*	*C*	*a*	*б*	
1	2 760	3 350	2 340	900	600	1 900
2	2 340	2 840	2 030	760	510	1 600
3	1 790	2 200	1 550	590	395	1 240
4	1 620	2 000	1 400	535	355	1 120
5	1 510	1 830	1 290	490	330	1 030
6	815	990	690	270	180	560
7	780	950	660	255	170	535
8	745	905	630	240	160	515
9	720	870	610	230	155	495
10	690	840	585	225	150	475
11	665	805	560	220	145	455
12	640	780	545	215	140	440

В табл. 24 приведены геометрические размеры пятиэлементных антенн для каналов 1—12, а в табл. 25 приведены размеры семиэлементных антенн для каналов 6—12. Диаметр трубок идущих на изготовление антенн, составляет 10—20 *мм*, расстояние *S* у шлейф-вибратора — 80 *мм*. Вибраторы многоэлементной антенны могут быть изготовлены из стальных, латунных или дюралюминиевых трубок. Эскизы антенн показаны на рис. 33. Длина шлейф-вибратора *A* — это расстояние между осе-

выми линиями боковых участков трубок. Расстояние между трубками S также отсчитывается между осями трубок.

Подключение коаксиального кабеля к шлейф-вибраторам многоэлементных антенн производится через U-колено (см. рис. 16,*а*).

Таблица 24

Телевизионные каналы	Размеры, *мм*									
	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*a*	*b*	*c*	*d*	Длина U-колена, *мм*
1	2 760	3 130	2 510	2 490	2 430	1 200	730	700	740	1 900
2	2 340	2 650	2 130	2 100	2 060	1 030	620	590	625	1 600
3	1 790	2 060	1 650	1 630	1 600	790	480	460	485	1 240
4	1 620	1 870	1 500	1 435	1 450	720	435	420	440	1 120
5	1 510	1 710	1 370	1 360	1 330	660	400	380	400	1 030
6	730	840	720	720	700	325	210	500	420	560
7	690	840	680	680	660	310	210	530	365	535
8	680	800	660	660	650	300	210	490	370	515
9	660	760	640	610	610	290	160	450	380	495
10	605	700	610	610	610	260	190	445	315	475
11	580	710	580	580	570	260	190	390	350	455
12	550	680	560	560	530	240	250	385	340	440

Таблица 25

Телевизионные каналы	Размеры, *мм*													Длина U-колена, *мм*
	A	*Б*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	
6	700	840	695	710	695	685	670	500	295	420	400	265	280	560
7	670	800	660	670	660	650	640	475	280	400	380	250	270	535
8	645	770	640	650	640	625	615	455	270	385	370	245	260	515
9	620	740	615	620	615	600	590	435	260	370	355	235	250	495
10	595	710	585	595	585	575	565	420	250	355	340	225	240	475
11	575	685	570	580	570	560	550	405	240	345	330	220	230	455
12	555	660	550	560	550	540	530	390	230	335	315	210	225	440

В качестве активного вибратора многоэлементной антенны может быть использован также линейный полуволновой вибратор, однако по конструкции он менее удобен. Если в качестве активного вибратора применен

шлейф-вибратор, то он, как и пассивные вибраторы, укрепляется на стреле без изоляторов. В качестве стрелы, на которой укрепляются вибраторы, могут быть использованы металлическая труба или деревянный брусок такого сечения, которое обеспечивает достаточную механическую прочность антенны. Стрела с вибраторами укрепляется на металлической или деревянной мачте.

Коэффициенты усиления по напряжению рассмотренных многоэлементных антенн больше, чем у полуволнового вибратора, и составляют (по отношению к усилению полуволнового вибратора): у двухэлементной антенны — 1,4, у трехэлементной — 1,8—1,9, у пятиэлементной — 2,7 — 2,8 и у семиэлементной — 3,4 — 3,5. Каждая из этих антенн обеспечивает на своем канале достаточно широкую полосу пропускания, необходимую для получения высокой четкости изображения. Угол раствора основного лепестка диаграммы направленности по уровню 0,7 напряжения составляет: у трехэлементных антенн — 70°, пятиэлементных — 50° и семиэлементных — 35°.

Двухэлементную антенну (активный вибратор и рефлектор) наиболее целесообразно использовать на расстоянии более 30—40 *км*, трехэлементную (активный вибратор, рефлектор и директор) — на расстоянии более 40—60 *км* и пятиэлементную (активный вибратор, рефлектор и три директора) — на расстоянии 60—100 *км* от телевизионного центра. Указанные расстояния относятся к случаю приема первой программы Московского телевизионного центра на телевизоры с чувствительностью 200—300 *мкв* при высоте установки антенны 15—20 *м*.

Двухпрограммные антенны типа «волновой канал»

Один из удобных вариантов конструкции двухпрограммной направленной антенны показан на рис. 34. Эта антенна состоит из четырех вибраторов: двух активных и двух пассивных, расположенных на одной стреле. Общий вид антенны показан на рис. 34,*а*, а схема расположения вибраторов — на рис. 34,*б*. Геометрические размеры антенны для различных сочетаний принимаемых каналов приведены в табл. 26.

В качестве активных вибраторов используются шлейф-вибраторы, настроенные соответственно на ча-

Таблица 26

Телевизионные каналы	Размеры, мм						
	A	B	C	D	a	b	c
1—3	2 740	1 730	2 880	1 570	1 150	680	620
2—4	2 360	1 620	2 580	1 420	960	600	570
2—5	2 360	1 440	2 580	1 300	960	570	520

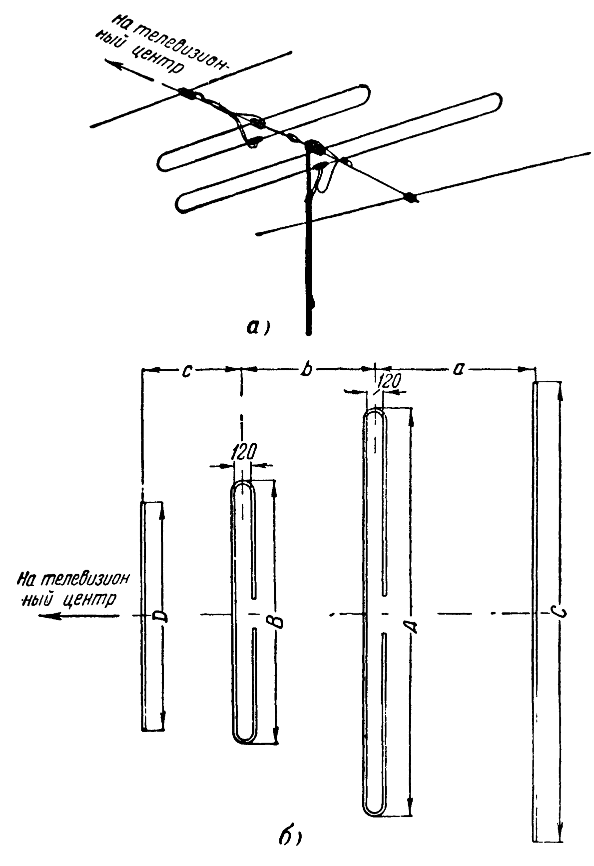


Рис. 34. Двухпрограммная направленная антенна.
а — внешний вид; *б* — расположение вибраторов на стреле.

стоты принимаемых каналов Соединение их между собой и с общим кабелем снижения производится при помощи разделительных фильтров, собранных из кусков коаксиальных кабелей (см. рис. 31) или фильтра с сосредоточенными постоянными (рис. 32).

В случае, когда соотношение средних частот каналов равно примерно 1,5 (например, 1-й и 3-й каналы), схему кабельного фильтра можно несколько упростить. Упрощенная схема соединения шлейф-вибраторов в ан-

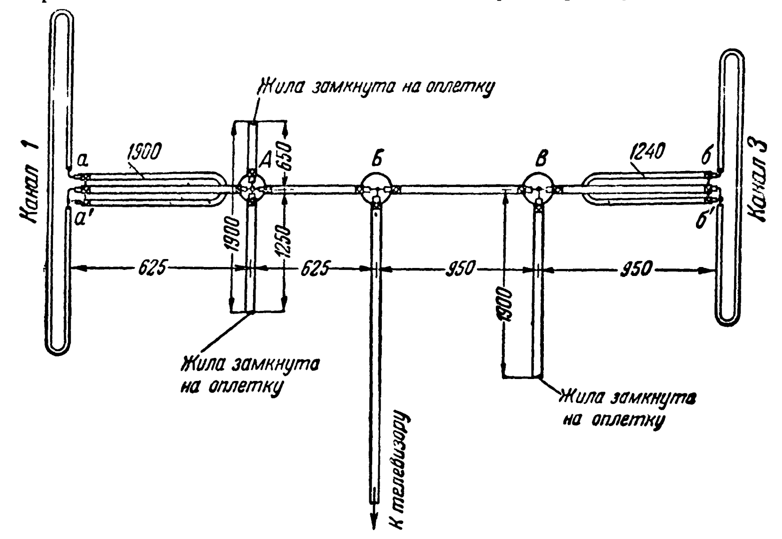


Рис. 35. Подключение кабелей к антенне для приема двух программ МТЦ (1-й и 3-й каналы).

теннах, рассчитанных на прием двух московских программ (1-й и 3-й каналы), показана на рис. 35. Разделительный фильтр выполняется из кабелей с волновым сопротивлением 75 *ом.*

Соединение шлейф-вибраторов в антеннах на 2-й и 4-й или 2-й и 5-й каналы может быть произведено при помощи фильтра с сосредоточенными постоянными. Для антенны на каналы 2 и 4 используется фильтр типа III, а на каналы 2 и 5 — типа IV. Данные этих фильтров приведены в табл. 20. Но при этом в отличие от случая, когда используются две отдельные антенны (см. рис. 30), кабели, соединяющие шлейф-вибраторы с филь-

тром, должны иметь определенную длину. В антенне на 2-й и 4-й каналы длина кабеля от шлейф-вибратора 2-го канала до фильтра должна быть равна 520 *мм*, а от шлейф-вибратора 4-го канала до фильтра—1 490 *мм*. В антенне на 2-й и 5-й каналы длины кабелей соответственно равны 520 и 1 430 *мм*.

Указанные в табл. 26 размеры антенн и длины кабелей между шлейф-вибраторами и фильтром подобраны так, что, например, шлейф-вибратор 1-го канала является на 3-ем канале рефлектором, а шлейф-вибратор 3-го канала — на 1-ом канале директором. Таким образом, на 1-ом канале антенна работает как трехэлементная антенна «волновой канал». Рефлектором является пассивный вибратор *С*, а директором — шлейф-вибратор *В* (см. рис. 34,*б*). Пассивный вибратор *Д* на работу антенны на 1-ом канале влияет мало. На 3-ем канале антенна также представляет собой трехэлементную антенну «волновой канал». Рефлектором служит шлейф-вибратор 1-го канала, а директором — пассивный вибратор *Д*. Пассивный вибратор *С* на коэффициент усиления антенны на частотах 3-го канала влияет мало, но способствует уменьшению задних лепестков диаграммы направленности Точно так же антенны подобной конструкции работают на 2-ом и 4-ом, 2-ом и 5-ом каналах. Коэффициент усиления антенны на каждом из каналов примерно равен коэффициенту усиления трехэлементных антенн. На рис. 36 приведены для примера диа-

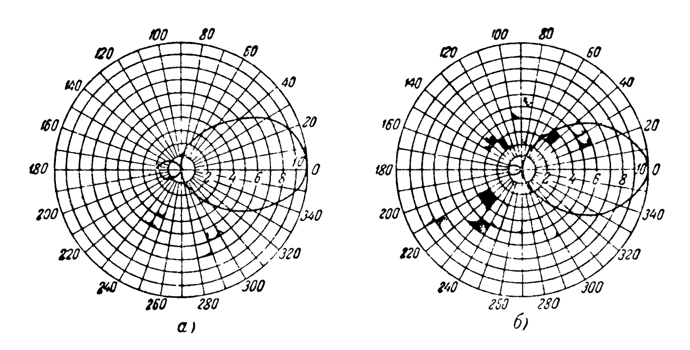


Рис 36. Диаграммы направленности антенны для приема двух программ МТЦ.

а — на средней частоте первого канала ($f = 52,5$ *Мгц*); *б* — на средней частоте третьего канала ($f = 80$ *Мгц*).

граммы направленности антенны на средних частотах 1-го и 3-го каналов.

Двухпрограммные антенны этого типа могут применяться и без пассивных вибраторов. При этом расстояние между шлейф-вибраторами остается таким же, как указано в табл. 26. Такой же остается и схема соединений шлейф-вибраторов. Диаграммы направленности антенн без пассивных вибраторов на обоих каналах имеют значительно бо́льшие задние лепестки, чем у антенн с пассивными вибраторами. Коэффициент усиления таких антенн на низкочастотном канале равен примерно 1,1, а на высокочастотном — 1,3 — 1,4.

Все вибраторы антенны выполняются из металлических трубок диаметром 12—20 *мм.* В качестве стрелы могут быть использованы металлическая труба, металлический уголок или деревянный брус любого сечения, обладающий достаточной механической прочностью. Вибраторы можно монтировать на стреле без изоляторов. Стрела с вибраторами укрепляется на металлической или деревянной мачте.

Для изготовления фильтра может быть использован любой коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 *ом* (РК-1, РК-3, РК-49, РК-101, РК-103). Из этого же кабеля выполняется снижение. Кабели, из которых изготовлен фильтр, укладывают после окончания монтажа вдоль стрелы в виде жгута и привязывают к ней. Нужно иметь в виду, однако, что небрежная укладка кабеля может привести к искажению диаграммы направленности антенны.

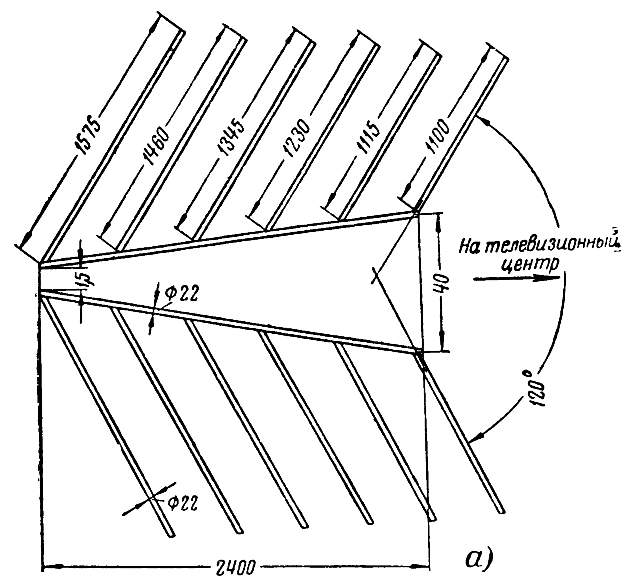
Если диаметр трубы, из которой изготовлена стрела, достаточно велик, то собранные в жгут кабели фильтра можно поместить внутри стрелы. В случае, если стрела антенны изготовлена из уголка, жгут можно удобно разместить «внутри» уголка.

V-образная антенна бегущей волны на 12 каналов

Антенна (рис. 37) состоит из двухпроводной собирательной линии с переменным волновым сопротивлением и шести согнутых под углом 120° линейных вибраторов, размещенных в одной плоскости.

Кабель снижения с волновым сопротивлением 75 *ом* подключается к началу собиральной линии (зазор 1,5 *мм*)

через трансформатор сопротивлений, изготовленный из 50-омного кабеля (РК-6, РК-19 и др.). Длина кабеля трансформатора сопротивлений 700 *мм*. Трансформатор сопротивлений размещается в одной из трубок симметрирующего мостика. Мостик конструктивно



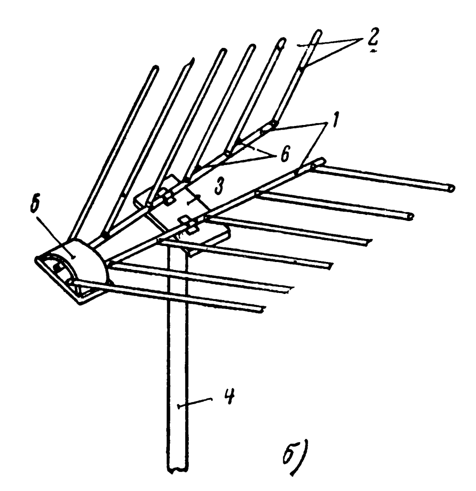


Рис. 37. V-образная антенна бегущей волны на 12 каналов.

а — расположение и размеры вибраторов; *б* — внешний вид; *1* — трубки собирательной линии; *2* — трубки вибраторов; *3* — несущий изолятор (планка из гетинакса или органического стекла); *4* — мачта; *5* — защитный козырек; *6* — «косынки» для крепления вибраторов

выполнен так же, как показанный на рис. 22,*б* и подключен к началу собирательной линии. Все размеры антенны показаны на рис. 37.

Коэффициент усиления антенны по напряжению по сравнению с полуволновым вибратором на 1-м и 2-м каналах — 1,5, на 3-м, 4-м и 5-м — 1,7 и на каналах 6—12—2,5.

Трубки собирательной линии укрепляются непосредственно на плате из изоляционного материала (гетинакс, текстолит) или на деревянной доске с помощью керамических изоляторов. Трубки вибраторов можно либо скрепить с трубками собирательной линии с помощью хомутов, либо приварить, установив для прочности небольшие угольники (косынки). Начало собирательной линии следует закрыть кожухом из органического стекла или другого изоляционного материала.

Рамочная антенна с рефлектором

Рамочная антенна с рефлектором является широкополосной направленной антенной, которая может обеспечить без перестройки прием телевизионных передач на каналах 1—5 либо 6—12.

Антенна состоит из активного элемента, выполненного из металлической трубки в виде прямоугольной рамки, и рефлектора, состоящего из нескольких горизонтальных трубок, замкнутых на концах двумя вертикальными трубками. При расположении длинной стороны рамки перпендикулярно земле антенна принимает горизонтально поляризованные волны.

Размеры антенны в варианте, предназначенном для приема в полосе частот 174—230 *Мгц* (каналы 6—12), приведены на рис. 38,*а*. Кабель снижения подключается к точкам *А* и *Б*. В этих точках входное сопротивление антенны составляет 300 *ом*. Поэтому подключение коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 75 *ом* можно производить через U-колено длиной 500 *мм*. Кабель снижения и U-колено должны отводиться от точек *А* и *Б* так, чтобы кабель лежал в горизонтальной плоскости, перпендикулярной плоскости рамки, и подвязываться к мачте.

В качестве снижения антенны можно применить также 300-омный ленточный кабель КАТВ, который под-

ключается к точкам *А* и *Б* непосредственно (без каких-либо промежуточных элементов).

Рамка антенны при помощи трех металлических стрел укрепляется без изоляторов на мачте, так как средние точки горизонтальных участков рамки являются точками нулевого потенциала. Рефлектор антенны укрепляется на мачте также без изоляторов.

Антенна является однонаправленной и имеет в диапазоне частот 174—230 *Мгц* коэффициент усиления по напряжению, равный 2.

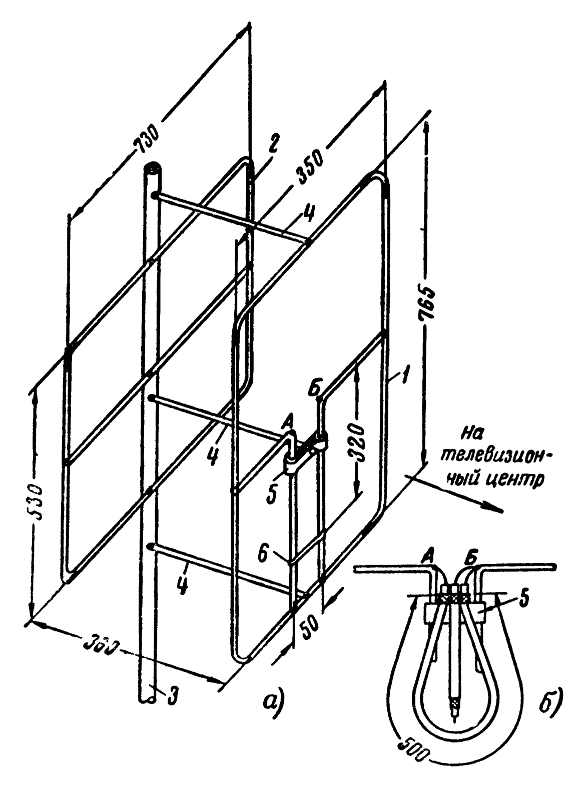
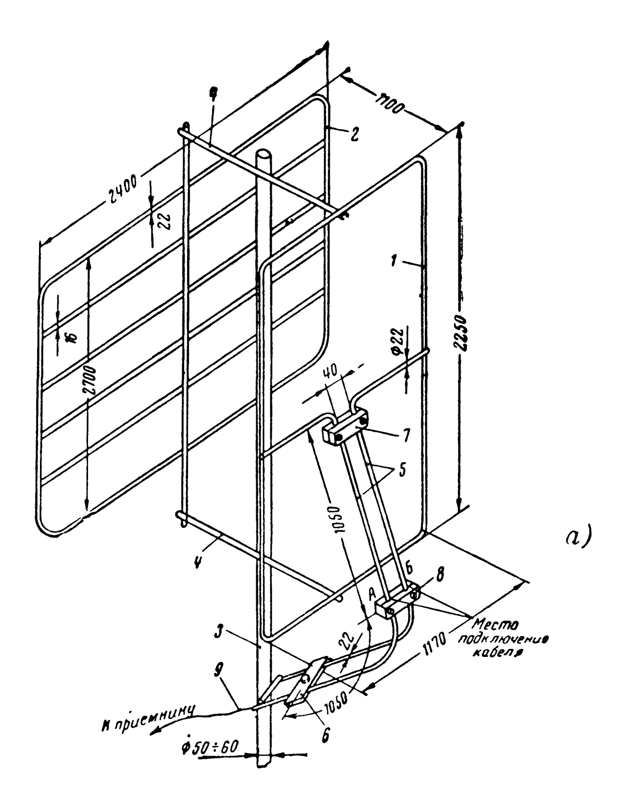


Рис. 38. Направленная рамочная антенна для приема на шести каналах (6—12).

а — устройство антенны; *б* — способ подключения кабеля; *1* — активный элемент (рамка); *2* — рефлектор; *3* — мачта; *4* — стрелы. *5* — перемычка из изоляционного материала; *6* — металлическая перемычка. Размеры даны по осям трубок.



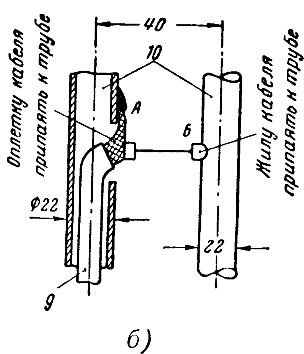


Рис. 39. Направленная рамочная антенна на каналы 1—5.

а — устройство антенны; *б* — способ подключения кабеля; *1* — активный вибратор, *2* — рефлектор; *3* — мачта, *4* — стрелы; *5* — трансформатор в виде двухпроводной линии; *6* — металлическая перемычка, *7* — изолятор; *8* — изолятор в точке вывода кабеля, *9* — кабель снижения (РК-1, РК-101, РК-3, РК-103); *10* — трубки трансформатора.

Антенна, предназначенная для приема в полосе частот 48,5—100 *Мгц* (каналы 1—5), изображена на рис. 39,*а*. Антенна собирается из трубок наружным диаметром 22 и 16 *мм*. Мачтой служит труба диаметром не менее 50 *мм*. Коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 *ом* подводится к антенне через любую из трубок симметрирующего мостика и подключается к мостику в точках *А* и *Б* (рис. 39,*б*), где входное сопротивление антенны равно 75 *ом*. Антенна является однонаправленной и в диапазоне частот 48,5—100 *Мгц* имеет коэффициент усиления около 2.

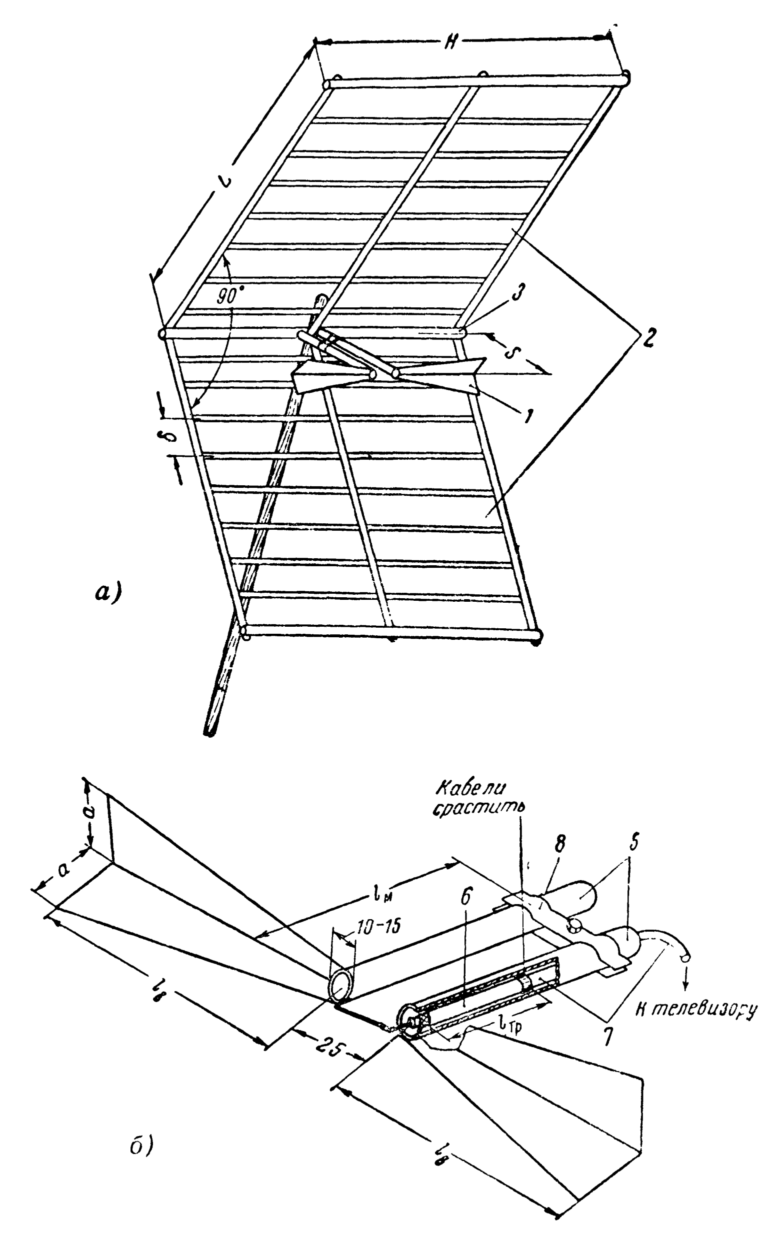
Антенна с уголковым рефлектором

Антенна с уголковым рефлектором является широкодиапазонной антенной с высоким коэффициентом усиления, обеспечивающей в зависимости от размеров прием телевизионных передач либо в полосе частот 174—230 *Мгц* (каналы 6—12), либо в полосе частот 470—582 *Мгц* (каналы 13—26). На каналах 1—5 размеры антенны очень велики, и применять ее нецелесообразно.

Антенна (рис. 40,*а*) состоит из широкополосного вибратора и рефлектора, образованного двумя плоскими отражателями, расположенными под углом 90° по отношению друг к другу. Вибратор размещается параллельно линии пересечения плоскостей отражателя. Каждая половина вибратора имеет форму согнутого треугольника (см. рис. 40,*б*—*г*) и может быть изготовлена из листовой стали, латуни или дюралюминия.

Рефлектор может быть изготовлен из сплошных металлических листов, проволочной сетки, а также из трубок или проводов, располагаемых параллельно вибратору. Размеры ячеек сетки или расстояние δ между трубками или проводами рефлектора должны быть не более 150 *мм* для антенны, работающей в диапазоне 174—230 *Мгц*, и не более 30 *мм* для антенны, предназначенной для диапазона 470—582 *Мгц*. Диаметр трубок или проводов рефлектора не имеет значения.

Вибратор прикрепляется к средней горизонтальной трубке рефлектора с помощью симметрирующего мостика, через любую из двух трубок которого к вибратору подводится коаксиальный кабель снижения с волновым сопротивлением 75 *ом* (РК-1, РК-3, РК-101, РК-103).


H
l
90°
3
S
2
1
б
a)
a
a
Кабели срастить
8
5
l м
10-15
6
l в
l тр
К телевизору
7
25
б)
l в

Наружный диаметр трубок симметрирующего мостика должен быть выбран в пределах 10—15 *мм*. Расстояние между осями трубок 25 *мм*.

Подключение кабеля снижения к вибратору производится через согласующий трансформатор из кабеля

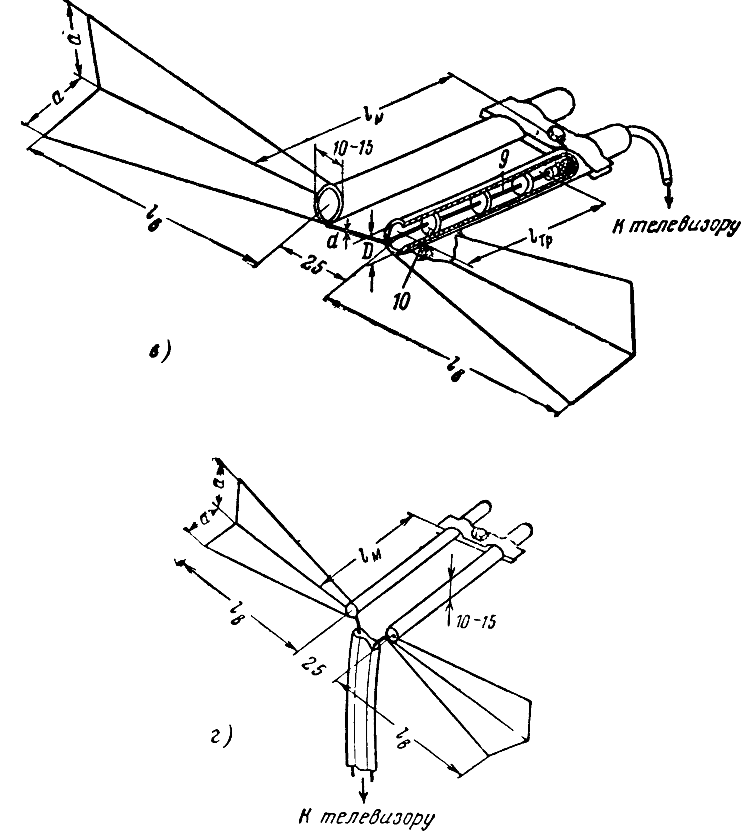


Рис. 40. Антенна с уголковым рефлектором.

а — внешний вид антенны (*1* — широкополосный вибратор, *2* — уголковый рефлектор, *3* — средняя трубка рефлектора, *4* — мачта); *б* — подключение кабеля снижения к вибратору через согласующий отрезок кабеля РК-50 (*5* — трубки симметрирующего мостика. *6* — согласующий отрезок кабеля длиной $l_{тр}$; *7* — кабель снижения с волновым сопротивлением $Z_в = 75$ *ом*, *8* — металлическая перемычка); *в* — подключение коаксиального кабеля снижения через согласующий отрезок жесткой коаксиальной линии (*9* — центральный провод жесткой линии, *10* — изоляционные шайбы; для подпайки коаксиального кабеля в трубке мостика делается сквозное отверстие, которое после окончания монтажа закрывается); *г* — подключение ленточного кабеля к вибратору.

РК-50, имеющего волновое сопротивление 150 *ом* (рис. 40,*б*). Длина кабеля согласующего трансформатора $l_{тр}$ равна 300 *мм* для антенны, работающей в диапазоне 174—230 *Мгц*, и 115 *мм* для антенны диапазона 470—582 *Мгц*. Кабель согласующего трансформатора размещается в трубке симметрирующего мостика.

При отсутствии кабеля РК-50 согласующий трансформатор можно заменить жесткой коаксиальной линией, как показано на рис. 40,*в*. Диаметр центрального провода жесткой линии зависит от внутреннего диаметра D трубки мостика и может быть выбран в пределах $d=(0{,}08—0{,}15)D$. Внутренняя жила удерживается центрирующими шайбами из изоляционного материала — гетинакса, текстолита, органического стекла и т. п. Толщина шайб 3—5 *мм*. Длина жесткой согласующей линии $l_{тр}$ равна 375 *мм* для антенны, работающей в диапазоне 174—230 *Мгц*, и 140 *мм* для антенны, работающей в диапазоне 470—582 *Мгц*.

Антенну с уголковым рефлектором можно подсоединить к телевизору и с помощью симметричного ленточного кабеля КАТВ с волновым сопротивлением 300 *ом* (рис. 40,*г*). В этом случае симметрирующий мостик служит только опорой для вибратора. Подключать ленточный кабель к коаксиальному антенному вводу телевизора следует в таком случае через симметрирующее устройство, описанное в гл. 3. Размеры антенны с уголковым рефлектором на разные диапазоны приведены в табл. 27.

Таблица 27

Телевизионные каналы	Длина половины вибратора $l_в$, *мм*	Ширина вибратора *a*, *мм*	Длина рефлектора *H*, *мм*	Высота рефлектора *L*, *мм*	Длина симметрирующего мостика $l_м$, *мм*	Расстояние от вибратора до центральной штанги рефлектора *S*, *мм*
6—12	525	100	1 500	1 770	375	480
13—26	200	40	570	670	140	180

Антенна имеет однолепестковую диаграмму направленности, и ее коэффициент усиления по напряжению на всех каналах превышает коэффициент усиления полуволнового вибратора в 3,5—4 раза.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

АНТЕННЫ ДАЛЬНЕГО ПРИЕМА

Многоэтажные антенны

Для приема телевидения на больших расстояниях от телевизионного центра (более 80—100 *км*) приходится применять антенны с большим коэффициентом усиления. Поэтому антенна типа «волновой канал», обеспечивающая требуемый при «дальнем» приеме коэффициент усиления, должна иметь большое число директоров. Для получения коэффициента усиления, равного 4,5—5, антенна должна иметь, например, не менее девяти директоров. Для крепления элементов такой антенны для 1-го телевизионного канала необходима стрела длиной примерно 7 *м*. При увеличении числа директоров сужается полоса пропускания. Поэтому для «дальнего» приема выгоднее применять так называемые синфазные антенны, представляющие собой систему из нескольких антенн типа «волновой канал» с небольшим числом директоров каждая. Отдельные антенны такой системы подключаются к общему снижению параллельно.

Отдельные антенны, образующие синфазную решетку, могут быть разнесены в пространстве как по вертикали, так и по горизонтали. При разносе антенн по вертикали происходит сужение диаграммы направленности в вертикальной плоскости, а при разносе их по горизонтали — в горизонтальной. Антенны часто разносят и по горизонтали и по вертикали; тогда диаграмма направленности сужается в обеих плоскостях. Во всех этих случаях коэффициент усиления увеличивается.

Величина коэффициента усиления синфазной решетки зависит от коэффициента усиления отдельной антенны, числа антенн в решетке и расстояния между ними. При расстояниях между антеннами типа «волновой канал», равном длине волны, коэффициенг усиления решетки может быть определен приближенно по формуле

$$K_{р} = K\sqrt{n},$$

где K — коэффициент усиления отдельной антенны типа «волновой канал»;

n — число антенн в решетке.

При расстоянии между отдельными антеннами, равном половине длины волны, коэффициент усиления уменьшается примерно на 20%.

Выбор расстояния между этажами и рядами синфазной решетки производят, исходя из конструктивных со-

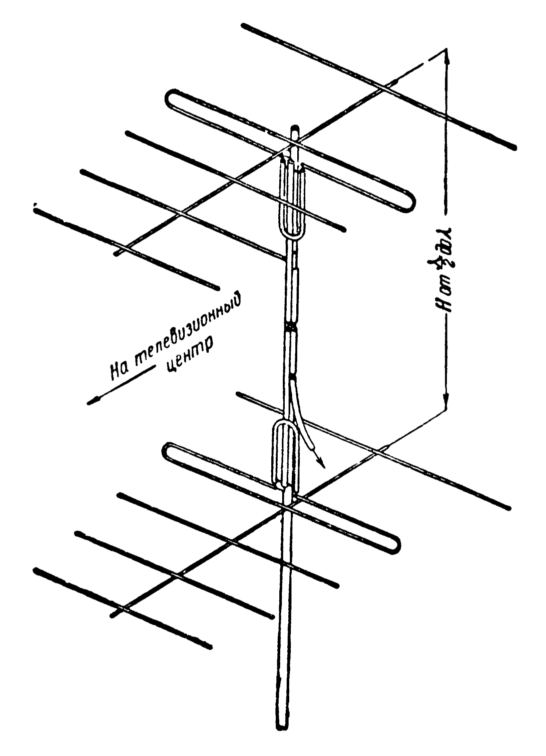


Рис. 41. Двухэтажная пятиэлементная антенна.

ображений. Обычно это расстояние выбирают в пределах $\lambda/2$—λ. Брать расстояние больше λ не следует, так как это может привести не к увеличению, а к уменьшению коэффициента усиления из-за увеличения боковых лепестков диаграммы направленности. Рассмотрим некоторые типы антенн для «дальнего» приема.

Двухэтажная пятиэлементная антенна (рис. 41) состоит из двух пятиэлементных антенн типа

«волновой канал», установленных на общей мачте и разнесенных по вертикали.

Коэффициент усиления этой антенны при расстоянии между этажами, равном λ/2, составляет 3,5. При расстоянии между этажами, равном λ, коэффициент усиления возрастает еще на 20%. Половина длины волны для каждого телевизионного канала может быть определена из табл. 1 и 4.

Каждый этаж двухэтажной антенны выполнен так же, как отдельная пятиэлементная антенна, описанная выше. Длины вибраторов и расстояния между ними выбираются по табл. 24.

Активные вибраторы отдельных антенн каждого этажа соединяются со снижением при помощи коаксиальных кабелей, как показано на рис. 42. В табл. 28 указаны длины отрезков соединительных кабелей для каждого из 12 каналов. Снижение может быть выполнено из любого кабеля с волновым сопротивлением 75 *ом* (например, РК-1, РК-101, РК-3, РК-103 и др.). На конце отрезка кабеля l_3 жила соединена с оплеткой.

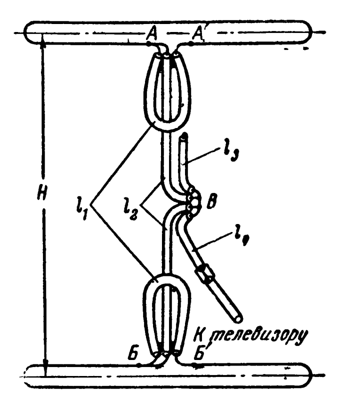


Рис. 42. Схема соединения кабелей двухэтажной пятиэлементной антенны.

l_1, l_2, l_3 — кабели с волновым сопротивлением $Z_В = 75$ *ом* (РК-1, РК-101, РК-3, РК-103). l_4 — кабель с волновым сопротивлением $Z_В = 50$ *ом* (РК-6, РК-19, РК-47).

Указанные в табл. 28 длины отрезков кабеля l_2 соответствуют двухэтажной антенне при расстоянии между этажами, равном λ/2. Если расстояние между этажами равно λ, то длины отрезков кабеля l_2, указанные в табл. 28, следует удвоить. Длины остальных отрезков кабеля остаются без изменений.

При сборке антенны нужно тщательно следить за тем, чтобы активные вибраторы обоих этажей были соединены синфазно, что достигается подключением отрезков кабелей l_2 к тем точкам активных вибраторов, которые находятся с одной стороны (либо правой, либо левой в обоих этажах). Например, если верхний отрезок кабеля l_2 подключен к точке A верхнего вибратора, то ниж-

Таблица 28

Телевизионные каналы	Размеры, *мм*				Телевизионные каналы	Размеры, *мм*			
	l_1	l_2	l_3, l_4	l_5, l_6		l_1	l_2	l_3, l_4	l_5, l_6
1	1 900	1 900	950	950	7	535	535	270	270
2	1 600	1 600	800	800	8	515	515	260	260
3	1 240	1 240	620	620	9	495	495	250	250
4	1 120	1 120	560	560	10	475	475	240	240
5	1 030	1 030	515	515	11	455	455	230	230
6	560	560	280	280	12	440	440	220	220

ний отрезок l_2 нужно подключить к точке *Б* нижнего вибратора. Если это важное требование не выполнено, то антенна работать не будет.

При отсутствии кабеля с волновым сопротивлением 50 *ом* (РК-6, РК-19 и др.), из которого выполнен согла-

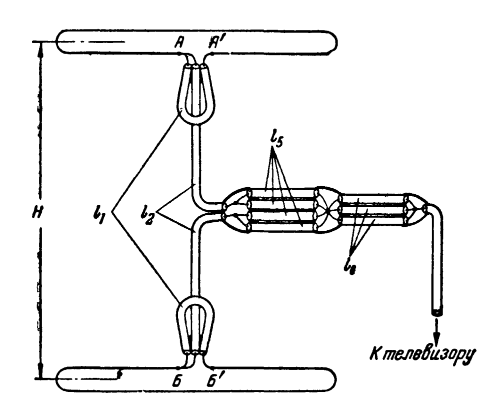


Рис. 43. Вариант схемы соединения кабелей двухэтажной пятиэлементной антенны. Все кабели с волновым сопротивлением $Z_в = 75$ *ом* (РК-1, РК-101, РК-3, РК-103).

сующий трансформатор l_4, кабельные соединения в антенне можно сделать по схеме на рис. 43. Эта схема сложнее схемы на рис. 42, но в ней используется кабель только с волновым сопротивлением 75 *ом* (РК-1, РК-101, РК-3, РК-103).

Длины отрезков кабелей для схемы на рис. 43 также указаны в табл. 28. При соединениях по этой схеме оплетки на концах кабелей l_5 и l_6 нужно спаять.

Четырехэтажная пятиэлементная антенна (рис. 44,*а*) состоит из четырех пятиэлементных антенн типа «волновой канал», установленных на общей мачте и разнесенных по вертикали. Размеры вибраторов каждого этажа и расстояния между вибраторами выбирают по табл. 24. Расстояние между этажами равно $\lambda/2$. Коэффициент усиления такой антенны по напряжению составляет 5—5,5.

Схема соединений активных вибраторов этой антенны показана на рис. 44,*б*. Все соединения выполняются

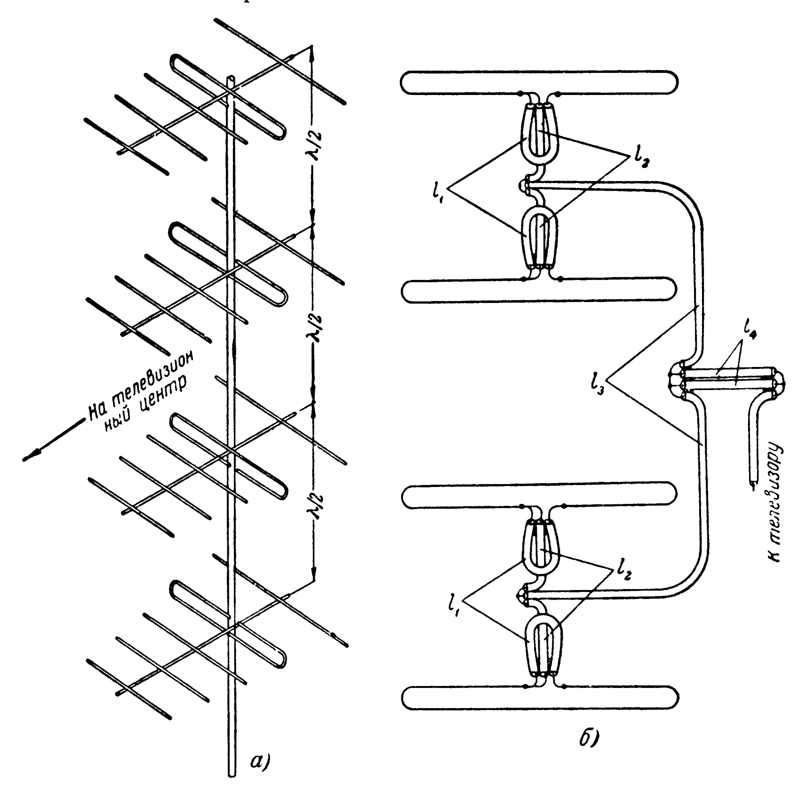


Рис. 44. Четырехэтажная пятиэлементная антенна.

а — устройство антенны; *б* — схема соединения кабелей.

Все кабели с волновым сопротивлением $Z_в = 75$ *ом* (РК-1, РК-101, РК-3, РК-103)

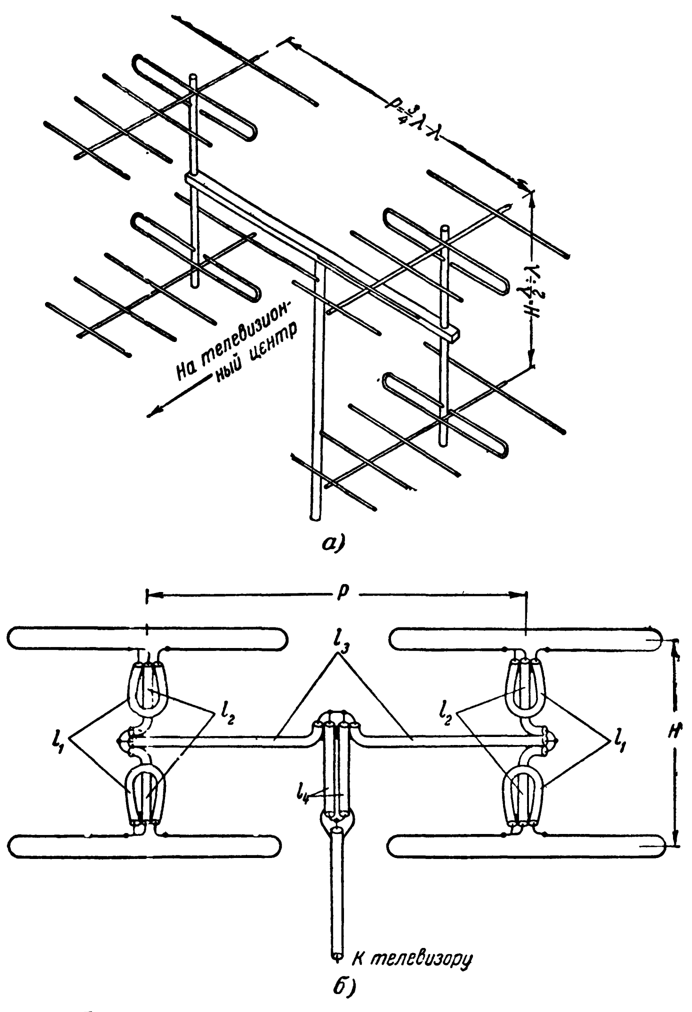


Рис. 45. Двухэтажная двухрядная пятиэлементная антенна.

а — устройство антенны. *б* — схема соединения кабелей.
Все кабели с волновым сопротивлением $Z_в = 75$ *ом* (РК-1, РК-101, РК-3, РК-103).

коаксиальным кабелем с волновым сопротивлением 75 *ом* (например, РК-1, РК-101, РК-3, РК-103); длины соответствующих отрезков кабеля указаны в табл. 29.

Таблица 29

Телевизионные каналы	Размеры, *мм*				Телевизионные каналы	Размеры, *мм*			
	l_1	l_2	l_3	l_4		l_1	l_2	l_3	l_4
1	1 900	1 900	3 800	950	7	535	535	1 070	270
2	1 600	1 600	3 200	800	8	515	515	1 030	260
3	1 240	1 240	2 480	620	9	495	495	990	250
4	1 120	1 120	2 240	560	10	475	475	950	240
5	1 030	1 030	2 060	515	11	455	455	910	230
6	560	560	1 120	280	12	440	440	880	220

Два отрезка кабеля l_4 соединяются параллельно. На обоих концах жилы этих кабелей спаивают между собой, оплетки также спаиваются.

При сборке антенны нужно следить за тем, чтобы активные вибраторы всех четырех этажей соединялись с кабелями синфазно, как и в двухэтажной пятиэлементной антенне.

Двухэтажная двухрядная пятиэлементная антенна, эскиз которой показан на рис. 45,*а*, также состоит из четырех пятиэлементных антенн типа «волновой канал». Схема соединений кабелей (рис. 45,*б*) такая же, как и приведенная на рис. 44,*б* для четырехэтажной пятиэлементной антенны. Длины отрезков кабелей можно взять из табл. 29.

Расстояния между этажами антенны (по вертикали) могут быть выбраны в пределах $\lambda/2$—λ, а расстояние между рядами (по горизонтали) — в пределах $^3/_4\lambda$—λ.

Нужно отметить, что на каналах 6—12 имеет смысл строить синфазные решетки, состоящие из большего количества антенн «волновой канал», так как габариты этих антенн на указанных частотах невелики, а действующая высота вибраторов с укорочением длины волны уменьшается, что в некоторой степени может быть скомпенсировано увеличением коэффициента усиления антенны.

Ромбическая антенна

Синфазные антенны, составленные из антенн типа «волновой канал», являются относительно узкополосными. Они работают удовлетворительно лишь в пределах одного телевизионного канала первого диапазона (каналы 1—5) и не более чем в пределах двух соседних телевизионных каналов третьего диапазона (каналы 6—12).

Широкодиапазонной направленной антенной с большим коэффициентом усиления является ромбиническая антенна. Ее диапазонные свойства обусловлены использованием в ней бегущей волны тока, что обеспечивает постоянство входного сопротивления и сохранение формы диаграммы направленности в широкой полосе частот. В отличие от резонансных антенн, в отдельных элементах которых используются стоячие волны тока, какими являются, например, антенны типа «волновой канал», ромбические антенны можно назвать апериодическими.

Ромбическая антенна состоит из двух согнутых горизонтально расположенных проводов, образующих стороны ромба (рис. 46,*а*), и представляет собой по сути двухпроводную линию, провода которой разведены посредине (точки *Б* и *Д*) на расстояние в несколько длин волны. К точкам *А* и *Е* подключается снижение, а к точкам *В* и *Г* — активное сопротивление, равное по величине волновому сопротивлению ромба (700 *ом*). В проводах ромба устанавливается в этом случае режим бегущей волны, и входное сопротивление ромба в точках *АЕ* оказывается равным его волновому сопротивлению.

Нужно отметить, что волновое сопротивление не остается постоянным по длине антенны; оно растет при увеличении расстояния между проводами и падает при уменьшении этого расстояния. В некоторых случаях для сохранения постоянства волнового сопротивления антенну выполняют так, что каждая сторона ромба состоит из двух проводов, которые расходятся к вершине тупого угла ромба и сходятся к вершине острого (рис. 46,*б*). При использовании ромба в качестве приемной антенны можно этого не делать, поскольку некоторое непостоянство волнового сопротивления большого значения при приеме не имеет.

Геометрические размеры ромба выбираются так, чтобы направления лепестков b_1, b_2, b_3 и b_4 диаграмм направленности (рис. 47) каждого провода оказались

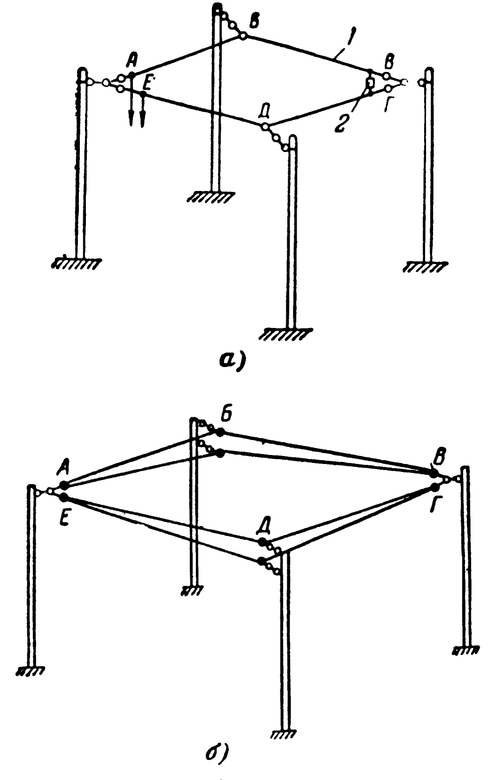


Рис. 46. Ромбическая антенна.

а — ромбическая антенна; *1* — провода антенны (голый медный провод диаметром 3 *мм*); *2* — оконечное сопротивление *R* (700 *ом*, типа ВС-1); *б* — двухпроводная ромбическая антенна.

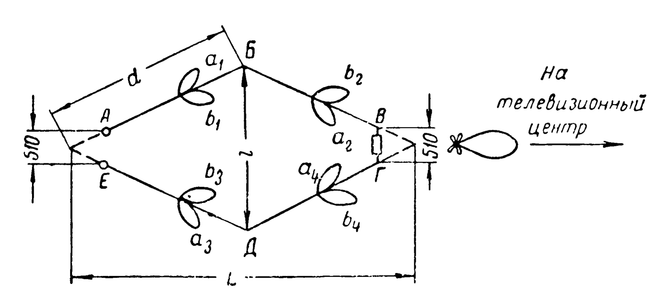


Рис. 47. Формирование диаграммы направленности ромбической антенны.

параллельными. Фазовые соотношения между токами в отдельных проводах ромба таковы, что в направлении, показанном стрелкой и совпадающем с продолжением большой диагонали ромба, происходит сложение полей. В боковых направлениях, совпадающих с лепестками a_1, a_2, a_3 и a_4, поля вычитаются.

Помимо основного лепестка, диаграмма направленности ромбической антенны содержит большое количество интенсивных боковых лепестков. Это объясняется не только неполной взаимной компенсацией полей в боковых направлениях, что вообще присуще ромбической антенне, но и наличием небольших отраженных волн в проводах антенны из-за непостоянства волнового сопротивления по ее длине, а также из-за допущенной неточности или нарушения симметрии при установке антенны (перекосы и пр.).

Необходимо отметить, что потеря мощности в нагрузочном сопротивлении ромба (700 *ом*) приводит к тому, что коэффициент усиления антенны оказывается на 30—40% меньше расчетного коэффициента усиления, определенного теоретически по диаграмме направленности.

Геометрические размеры ромбической антенны рассчитываются по следующим формулам (обозначения см. на рис. 47):

$$d = n\lambda_{ср}; \quad L = \lambda_{ср}(2n - 1); \quad l = \lambda_{ср}\sqrt{4n - 1},$$

где n — целое число, которое выбирается из следующих соображений: чем больше n, тем выше коэффициент усиления антенны, но тем больший по площади участок нужен для ее установки. Зависимость коэффициента усиления ромбической антенны по напряжению от n приведена в табл. 30.

Таблица 30

n	1	2	3	4	5	6	7	8
Коэффициент усиления . .	1,75	2,3	3,1	3,7	4,2	4,6	4,9	5,1

Значения n рекомендуется брать в пределах 4—8. При n, большем 8, коэффициент усиления растет очень

медленно, а размеры площадки и сложность установки антенны значительно увеличиваются. Длина волны $\lambda_{ср}$ берется из табл. 1 и 4. Если необходимо вести прием на нескольких каналах, то $\lambda_{ср}$ выбирается для самого длинноволнового канала.

Ромбическая антенна выполняется из голого медного провода диаметром 3 *мм*. Применять мягкий медный канатик не следует, так как это приводит к увеличению потерь в проводах и, следовательно, к снижению коэффициента усиления. Монтируется ромб на четырех деревянных или металлических опорах высотой 20—25 *м*. «Углы» ромба прикрепляются к опорам с помощью цепочек изоляторов из фарфора или пластмассы. На расстоянии около 1 *м* от вершины каждой опоры устанавливается свободно вращающийся блок, через который протягивается стальной трос, предназначенный для подъема и спуска антенны. Для предотвращения соскакивания троса с блока последний нужно снабдить ограничителем. Если антенна устанавливается в теплое время года, провода антенны нельзя натягивать слишком сильно, а нужно оставить на каждом проводе ромба стрелу провеса не менее 1—1,5 *м*, так как иначе при наступлении холодов провода могут лопнуть.

Наиболее ответственным этапом работ при установке ромбической антенны является подготовительный этап— разметка площадки для установки опор. Направление большой диагонали ромба должно весьма точно совпадать с направлением на передающую антенну телевизионного центра (допустима ошибка, не превышающая 2—3°). Требуемое направление определяется по карте крупного масштаба. При разметке площадки нужно пользоваться компасом. Учет величины и знака магнитного склонения в данном пункте является обязательным (подробное описание способа ориентировки антенн и карта магнитного склонения приведены в журнале «Радио», № 9 за 1957 г.).

Оконечное сопротивление (700 *ом*, типа ВС-1) нужно поместить в трубку из изоляционного материала, имеющую с торцов завинчивающиеся пробки с отверстиями для пропускания проводов. После установки сопротивления трубка заливается церезином или стеарином. В практике эксплуатации приемных ромбических антенн отмечены случаи сгорания нагрузочного сопротивления при

ударах молнии. Поэтому можно рекомендовать параллельно сопротивлению подключить разрядник, хотя эта мера и вызовет некоторое рассогласование антенны с оконечным сопротивлением.

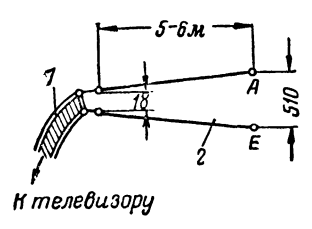


Рис. 48. Схема подключения кабеля КАТВ к ромбической антенне.

1 — кабель КАТВ; *2* — трансформатор в виде сходящейся линии из голого медного провода диаметром 3 *мм*.

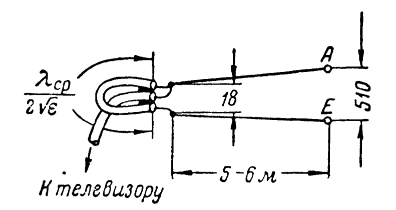


Рис. 50. Схема подключения к ромбической антенне коаксиального кабеля с волновым сопротивлением $Z_в = 75$ *ом* через U-колено.

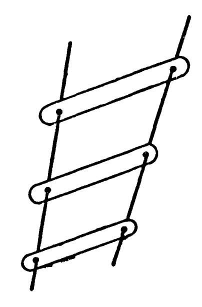


Рис. 49. Конструкция сходящейся линии (планки из изоляционного материала — органическое стекло, текстолит, гетинакс).

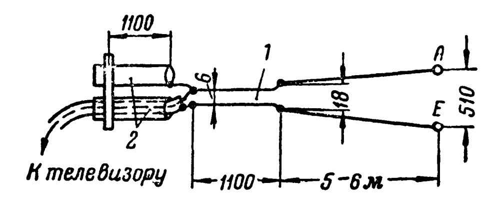


Рис. 51. Схема подключения к ромбической антенне коаксиального кабеля с волновым сопротивлением $Z_в = 75$ *ом* (РК-1, РК-101, РК-3, РК-103) через симметрирующий короткозамыкающий мостик.

1 — согласующий отрезок двухпроводной линии из голого медного провода диаметром 3 *мм* (четвертьволновый трансформатор), *2* — трубки симметрирующего мостика.

В качестве снижения ромбической антенны может быть использован как коаксиальный кабель, так и ленточный кабель КАТВ. Подключение ленточного кабеля к антенне производится через особую, так называемую сходящуюся двухпроводную линию, выполненную из голого медного провода диаметром 3 *мм*, как показано на рис. 48. При такой схеме включения ромбическая ан-

тенна может работать в широкой полосе частот. Конструкция сходящейся линии приведена на рис. 49.

Подключение ленточного кабеля к телевизору с коаксиальным входом можно произвести с помощью симметрирующего устройства, описанного в гл. 3.

Коаксиальный кабель (РК-1, РК-3 и т. д.) может быть подключен к ромбической антенне через сходящуюся линию так, как показано на схемах на рис. 50 или 51. При подключении снижения по схеме на рис. 50 диапазонные свойства ромбической антенны окажутся ограниченными полосой пропускания U-колена (один телевизионный канал на частотах 48,5—100 *Мгц* и два-три соседних канала на частотах 174—230 *Мгц*). Длина U-колена выбирается по табл. 15.

Схема включения, показанная на рис. 51, несколько сложнее, но она обеспечивает работу антенны в полосе частот всех 12 телевизионных каналов. Указанные на рис. 51 длины симметрирующего мостика и двухпроводного согласующего трансформатора соответствуют четверти длины волны на средней частоте диапазона 48,5—100 *Мгц* и трем четвертям волны на средней частоте диапазона 174—230 *Мгц*.

Преимуществом ромбической антенны по сравнению с синфазными антеннами, состоящими из антенн типа «волновой канал», является ее широкополосность, а недостатками — бóльшая восприимчивость к помехам из-за значительного количества боковых лепестков у диаграммы направленности, а также необходимость большой площадки для установки антенны.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

АНТЕННЫЕ УСИЛИТЕЛИ

На больших расстояниях от телевизионного центра напряжение на входе телевизионного приемника может оказаться слишком малым даже при использовании сложных остронаправленных антенн с большим коэффициентом усиления. В таких случаях целесообразно использовать антенный усилитель, который следует устанавливать на вершине мачты, как можно ближе к антенне. Если установить усилитель около телевизион-

ного приемника, то из-за потерь в кабеле величина сигнала на входе усилителя будет меньше, чем в случае установки усилителя около антенны, и сильнее будут сказываться шумы усилителя (шумы проявляются на экране телевизора в виде помехи, напоминающей «мелкий снег»).

Схема одноканального антенного усилителя[1] приведена на рис. 52. Усилитель выполняется на трех лампах: одна лампа — двойной триод пальчиковой серии 6Н14П и две лампы — высокочастотные пентоды пальчиковой серии 6Ж1П. Входной каскад усилителя, собранный на лампе 6Н14П, выполнен по схеме «заземленный катод — заземленная сетка», что обеспечивает минимальный уровень собственных шумов усилителя.

Сигнал из антенны поступает на отвод катушки L_1 входного контура L_1C_1. Входной контур усилителя настраивается на среднюю частоту принимаемого канала. Далее напряжение высокой частоты поступает на сетку левого по схеме триода лампы $Л_1$. И левый и правый по схеме триоды лампы $Л_1$ включены по постоянному току последовательно. Поэтому постоянное напряжение, приложенное между анодом и катодом каждого из триодов входной лампы, оказывается примерно одинаковым и равным половине напряжения, приложенного между анодом правого триода и землей. Отрицательное смещение на сетке левого триода создается за счет падения напряжения на сопротивлении R_1, на сетке правого триода — за счет падения напряжения на сопротивлении R_3.

Сопротивлением утечки сетки правого триода является сопротивление R_2. Емкость C_3 заземляет сетку по высокой частоте. С анода левого по схеме триода напряжение высокой частоты через конденсатор C_4 подается на катод правого по схеме триода лампы $Л_1$. Анодной нагрузкой правого триода является контур L_3C_{12} (конденсатор C_{12} устанавливается только в усилителе для первого канала). Этот контур настраивается на несущую частоту изображения. С контура L_3C_{12} напряжение подается на управляющую сетку лампы $Л_2$ (пентод 6Ж1П), в анодную цепь которой включен контур L_5C_7, настроенный на несущую частоту звукового сопровождения (конденсатор C_7 устанавливается только в усили-

[1] Схема усилителя разработана инж. Э. М. Минкиной.

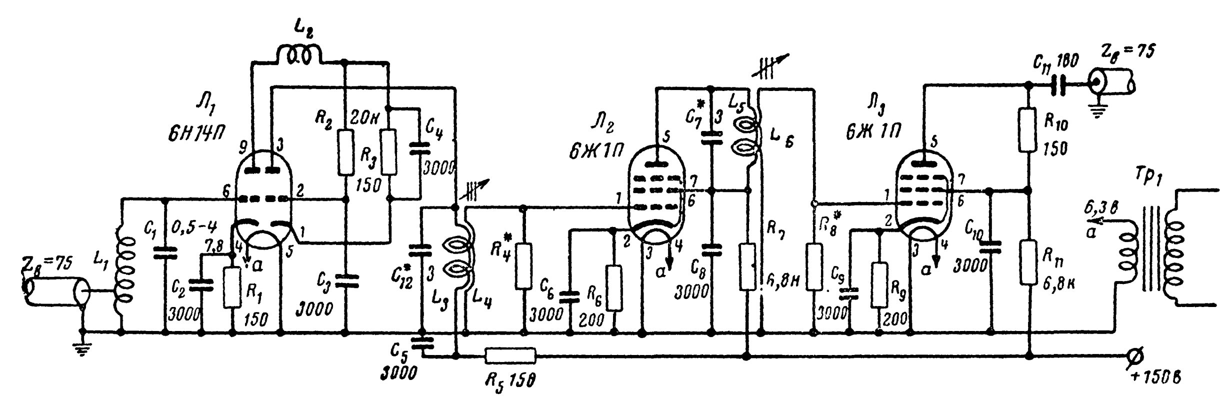


Рис. 52. Принципиальная схема усилителя. Конденсаторы C_7^* и C_{12}^* следует устанавливать только в усилителе первого канала. Сопротивления R_4^* и R_8^* (3—5 *ком*) подбираются при настройке.

теле для первого канала). С этого контура через катушку L_6 напряжение подается на управляющую сетку лампы третьего каскада. С анода этой лампы усиленное напряжение высокой частоты через разделительный конденсатор C_{11} подается в кабель, идущий ко входу телевизионного приемника.

Катушки L_3, L_4 наматываются на каркас двумя изолированными параллельными проводами. Таким образом, на каркасе получаются две катушки с очень сильной магнитной связью, что делает их эквивалентными одиночной катушке индуктивности. При такой конструкции анодная цепь предыдущей лампы и сеточная цепь последующей лампы оказываются разделенными по постоянному току и при этом отпадает необходимость в разделительном конденсаторе. Так же выполнены и катушки L_5, L_6. Настройка контура L_3C_{12} и L_5C_7 производится изменением индуктивностей катушек с помощью латунных сердечников. Входной контур L_1C_1 настраивается подстроечным конденсатором C_1.

Принципиальная схема усилителя одна и та же на всех пяти телевизионных каналах.

Катушки L_1, L_3, L_4, L_5 и L_6 наматываются на каркасах из органического стекла или полистирола. Диаметр каркаса 9 *мм*. После намотки катушки приклеиваются клеем БФ-4 к основанию, которое также можно изготовить из органического стекла. Основание прикрепляется к шасси усилителя с помощью болтов с гайками. Выводы катушек припаиваются к проходным лепесткам, укрепленным на основании. Катушки закрываются металлическим экраном.

Каркасы катушек должны иметь внутреннюю резьбу для ввинчивания латунных сердечников, с помощью ко-

Таблица 31

Телевизионные каналы	Катушка L_1		Катушки L_3, L_4	Катушки L_5, L_6
	Количество витков	Отвод от витка (от заземленного конца)	Количество витков (каждой катушки)	Количество витков (каждой катушки)
1	7,5	1,4	10	9
2	6,5	1,5	9	6,5
3	4	1	6	5
4	4	1	6	4,5
5	3	0,75	4,5	4

торых производится настройка катушек. Длина выводов катушек должна быть минимальной.

Внешний вид одной пары катушек, помещенной в экран, показан на рис. 53. Схема катушек L_3, L_4 показана на рис. 54,*а*, а катушек L_5, L_6 — на рис. 54,*б*. Моточные данные катушек приведены в табл. 31.

Катушки L_1, L_3, L_4, L_5 и L_6 наматываются проводом ПЭЛШКО 0,41 (рис. 53). Катушка L_2 (рис. 55) наматы-

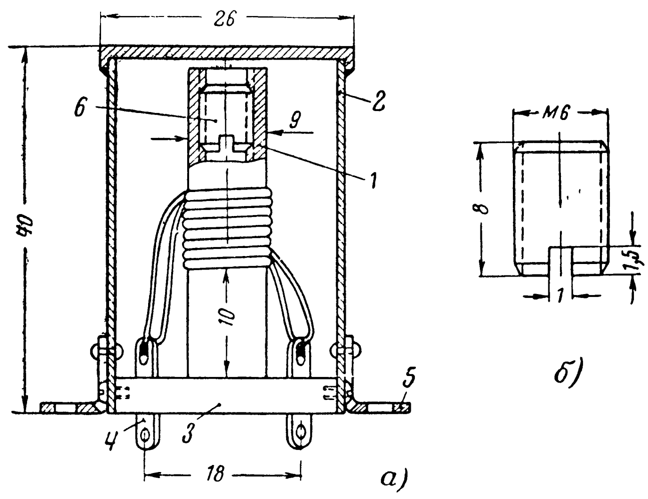


Рис. 53. Катушки L_3, L_4 и L_5 и L_6.

а — катушка в сборе (*1* — каркас; *2* — экран, *3* — основание из изоляционного материала, *4* — проходные лепестки; *5* — угольники для прикрепления экрана к шасси, *6* — латунный сердечник); *б* — размеры сердечника.

вается без каркаса проводом ПЭЛ 1,0. Внутренний диаметр катушки 3 *мм*, количество витков 3. Подстроечный конденсатор C_1 выполняется, как показано на рис. 56. Изменение емкости этого конденсатора производится перемещением латунного настроечного винта.

Питание анодных и экранных цепей ламп усилителя производится напряжением 150 *в*. Потребляемый ток анодно-экранных цепей 45 *ма*, напряжение накала 6,3 *в*, потребляемый ток 0,7 *а*.

Накальный трансформатор усилителя необходимо установить на общем шасси с усилителем, находящимся на мачте антенны. Если накальный трансформатор установить внизу (в помещении), то напряжение накала мо-

жет оказаться недостаточным из-за падения напряжения в подводящих проводах. Выпрямитель для питания анодных и экранных цепей можно расположить в помещении.

Перед настройкой усилителя надо проверить режимы ламп по постоянному току. Режимы должны соответство-

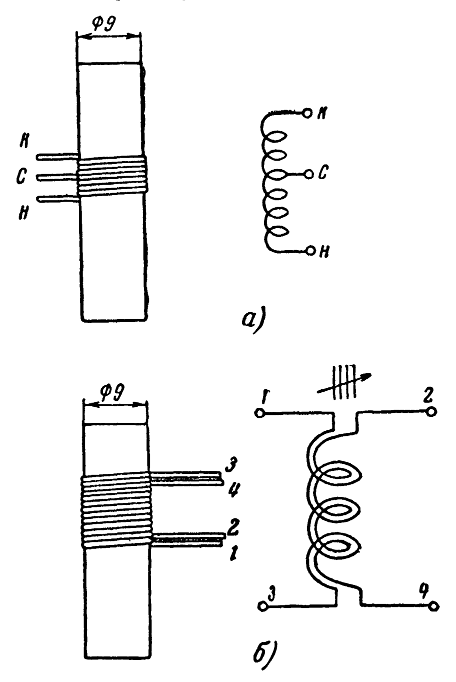


Рис. 54. Схема катушек L_1, L_3, L_4, L_5 и L_6.

а — катушка L_1, намотка рядовая сплошная; *б* — катушки L_3, L_4, L_5 и L_6, намотка производится в два провода. Начала и концы обмоток закрепляются нитками и проклеиваются полистироловым лаком.

вать приведенным в табл. 32. Все напряжения, указанные в таблице, следует измерять по отношению к земле (шасси).

Настройка усилителя может быть произведена с помощью генератора качающейся частоты ПНТ-3 или генератором ГСС-7 и вольтметром с детектором, подключаемым к выходу усилителя. В результате настройки

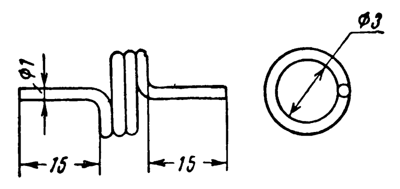


Рис. 55. Катушка L_2.

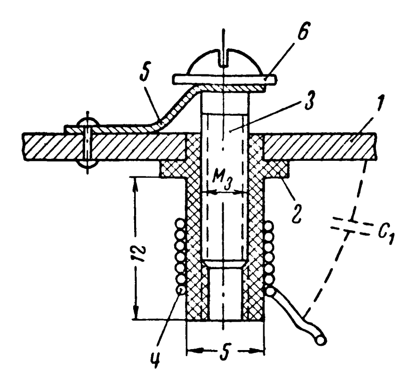


Рис. 56. Подстроечный конденсатор C_1.

1 — шасси усилителя, *2* — каркас из гетинакса; *3* — настроечный латунный винт, *4* — цилиндрическая обкладка из голого медного провода (диаметр провода 0,8 *мм*). Намотка рядовая виток к витку. Длина намотки 6 *мм* (пропаивается); *5* — металлическая пружинная пластинка; *6* — шайба.

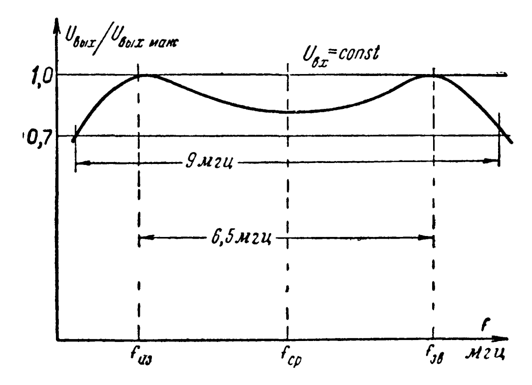


Рис. 57. Частотная характеристика усилителя.

Таблица 32

Тип лампы	Лампа	Напряжение на аноде, *в*		Напряжение на экранирующей сетке, *в*	Напряжение на катоде, *в*	
6Н14П	$Л_1$	Левого триода 75	Правого триода 150	—	Левого триода 1,2	Правого триода 75
6Ж1П	$Л_2$	100		100	1,5	
6Ж1П	$Л_3$	100		100	1,5	

должна получиться частотная характеристика, которая показана на рис. 57. Коэффициент усиления такого трехкаскадного усилителя составляет около 20.

Усилитель должен быть закрыт кожухом, предохраняющим его от дождя и снега.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

ГРУППОВАЯ АНТЕННА ДЛЯ НЕСКОЛЬКИХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРИЕМНИКОВ

Подключить одну антенну к нескольким телевизионным приемникам можно так, как показано на рис. 58,*а* — *в*. Сопротивления в этой схеме (табл. 33) подобраны так, чтобы кабель снижения антенны и кабели телевизоров оказались согласованными.

Таблица 33

Число телевизоров	2	3	4
Сопротивление *R*, *ом* . .	25	37,5	45

Необходимая величина каждого сопротивления может быть получена параллельно-последовательным включением нескольких сопротивлений типа ВС или

МЛТ. Напряжение на входе каждого телевизора при применении этой схемы ослабляется в 2 раза при разводке на два телевизора, в 3 раза при разводке на три телевизора, в 4 раза при разводке на четыре телевизора.

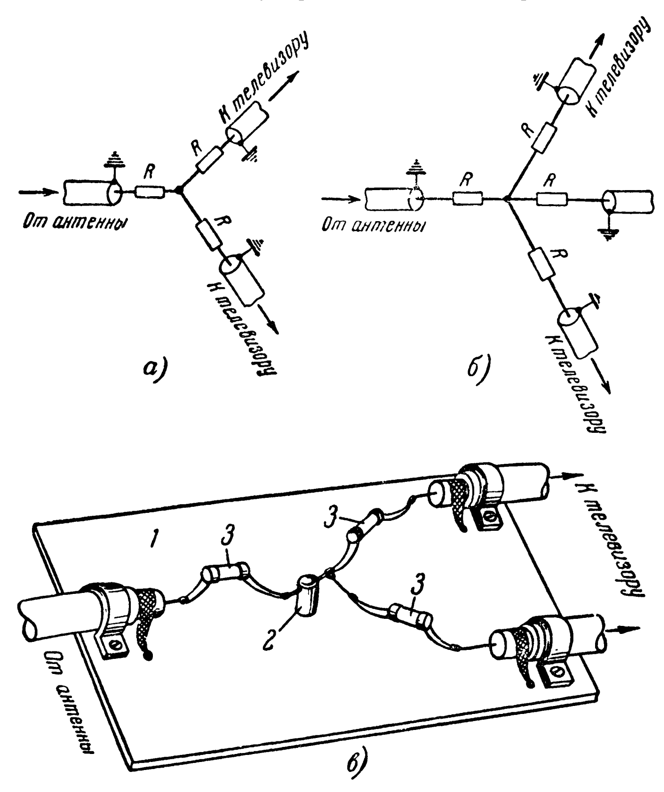


Рис. 58. Подключение нескольких телевизоров к групповой антенне.

а — подключение двух телевизоров; *б* — подключение трех телевизоров; *в* — конструкция узла ответвления [*1* — металлическое основание; *2* — стойка из текстолита или органического стекла с контактным лепестком; *3* — сопротивления]. Оплетка каждого кабеля собирается в жгут и припаивается к металлическому основанию.

Недостатком этого способа включения является возможность попадания высокочастотного сигнала гетеродина одного из телевизионных приемников на вход другого. Это может сказаться в виде помех. Однако современные телевизионные приемники выполняются так, что

пролезание напряжения гетеродина на вход приемника сведено к минимуму и применение такой схемы обычно дает удовлетворительные результаты.

Подключить несколько телевизоров к одной антенне можно также с помощью так называемых направленных ответвителей. При таком способе подключения нескольких телевизоров к одной антенне пролезание напряжения гетеродина одного приемника на вход другого отсутствует и это устраняет взаимные помехи.

На рис. 59 показана конструкция направленного ответвителя, предназначенного для подключения к одной антенне двух телевизоров. Ответвитель изготавливается следующим образом. На каждую сторону гетинаксовой пластинки размером 100×60 *мм* и толщиной 2 *мм* наклеивается по ленточке из медной или алюминиевой фольги. Длина ленты 160 *мм*, ширина 12 *мм*. Удобна фольга толщиной 0,05—0,3 *мм*.

Для уменьшения длины ответвителя ленту можно делать в виде «змейки», как показано на рис. 59,*в* (вид пластины сверху). Форма «змейки» значения не имеет, необходимо лишь выдержать ее длину. Наклеенные с обеих сторон пластинки ленты из фольги должны располагаться строго одна под другой. Лента, изображенная на рисунке сплошной линией, наклеена на стороне пластинки, обращенной к читателю, лента, изображенная пунктиром, — на противоположной стороне. Концы ленты для удобства монтажа следует немного развести и соединить с монтажными лепестками; при этом нужно следить за тем, чтобы ленты не замкнулись. Приклеивать ленты к пластине можно клеем БФ-2 или БФ-4, предварительно зачистив гетинаксовую пластинку мелкой наждачной бумагой.

На пластинку с наклеенными лентами следует наложить с двух сторон гетинаксовые пластинки размером 100×60 *мм* и толщиной 2 *мм*. Поверх этих гетинаксовых пластин следует наложить латунные или стальные пластинки толщиной 1—2 *мм*; после этого пластины стягивают по углам болтами или шпильками с гайками. Перед сборкой направленного ответвителя к каждой металлической пластине следует приклепать по два контактных лепестка для подпайки оплеток кабелей и одного конца сопротивления величиной 75 *ом*. Центральный провод кабеля снижения антенны припаивается к лепестку *А*.

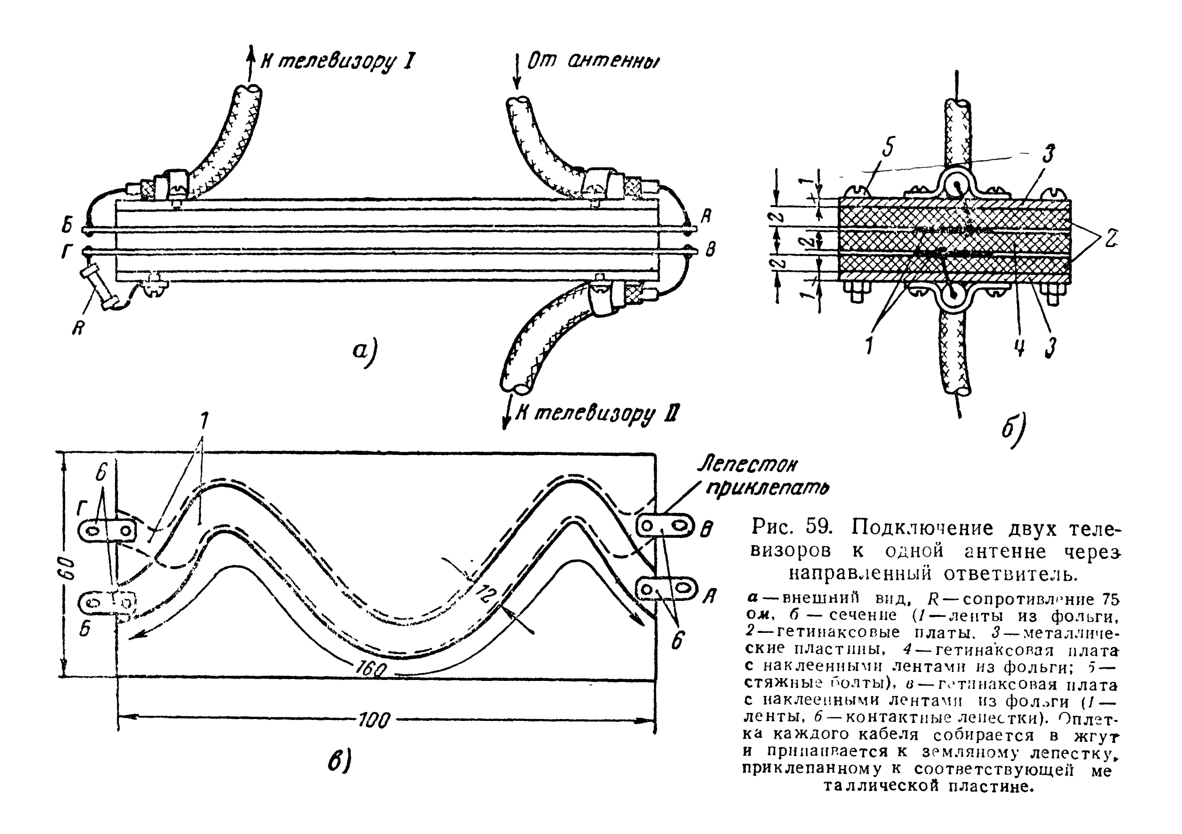


Рис. 59. Подключение двух телевизоров к одной антенне через направленный ответвитель.

а — внешний вид, *R* — сопротивление 75 ом, *б* — сечение (*1* — ленты из фольги, *2* — гетинаксовые платы, *3* — металлические пластины, *4* — гетинаксовая плата с наклеенными лентами из фольги; *5* — стяжные болты), *в* — гетинаксовая плата с наклеенными лентами из фольги (*1* — ленты, *6* — контактные лепестки). Оплетка каждого кабеля собирается в жгут и припаивается к земляному лепестку, приклепанному к соответствующей металлической пластине.

Оплетка собирается в жгут и припаивается к «земляному» лепестку, соединенному с металлической пластиной.

Центральный провод кабеля, идущего к одному из телевизоров, припаивается к лепестку *Б*, а кабеля, идущего к другому телевизору, — к лепестку *В*. Оплетки этих кабелей также собираются в жгуты и припаиваются к соответствующим «земляным» лепесткам. Сопротивление 75 *ом* одним концом припаивается к лепестку *Г*, а другим — к «земляному» лепестку.

Кабели прикрепляются к металлическим пластинам скобками. Устанавливая скобки, следует следить за тем, чтобы крепящие винты или заклепки не замкнулись на ленты из фольги. Описанный ответвитель предназначен для кабелей с волновым сопротивлением 75 *ом*. Он работает в полосе частот первых 12 телевизионных каналов. На каналах 6—12 на оба телевизора поступает примерно одинаковое напряжение, ослабленное в 1,5 раза по сравнению с напряжением в кабеле, идущем от антенны. На пятом канале напряжение на входе первого телевизора ослаблено в 1,2 раза на входе второго телевизора — в 2 раза. На первом канале напряжение ослабляется в 1,1 раза на входе первого телевизора и в 4 раза — на входе второго телевизора.

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ

О ЧЕМ СЛЕДУЕТ ПОМНИТЬ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И УСТАНОВКЕ АНТЕННЫ

Приступая к изготовлению антенны, следует иметь в виду, что токонесущие элементы антенн (активные и пассивные вибраторы, рамки, симметрирующие мостики и т. п.) можно изготовлять не только из металлических трубок, но и из плоских лент или уголков. При сборке антенны в местах соединения различных деталей следует избегать касания разнородных металлов, образующих недопустимые гальванические пары. Наличие такой гальванической пары приводит в месте стыка разнородных металлов к коррозии.

В табл. 34 приведены недопустимые, а в табл. 35 — допустимые гальванические пары.

Таблица 34

Металлы и сплавы основные	Металлы и сплавы дополнительные
Алюминий, дюралюминий	Медь, латунь, бронза, никель, олово, хром
Цинк	Медь, латунь, бронза
Сталь нелегированная, олово, оловянно-свинцовые сплавы	Медь

Таблица 35

Металлы и сплавы основные	Металлы и сплавы дополнительные
Алюминий, дюралюминий	Сталь нелегированная, цинк
Цинк	Алюминий, дюралюминий, никель, хром, сталь легированная и нелегированная, олово, свинец, оловянно-свинцовые сплавы
Медь, латунь, бронза	В любых сочетаниях, а также хром, никель, легированные стали и оловянно-свинцовые сплавы при пайке (припой типа ПОС)
Сталь нелегированная	Алюминий, дюралюминий, хром, никель, оловянно-свинцовые сплавы (припой типа ПОС)

Поясним сказанное подробно на двух примерах.

Первый пример. К вибратору, изготовленному из стальных трубок, медную жилу коаксиального кабеля можно присоединить одним из следующих способов:

непосредственной пайкой с обязательным предварительным лужением конца жилы и части поверхности трубки;

зажимом под стальной оцинкованный винт с обязательным предварительным лужением конца медной жилы, соприкасающейся со сталью;

припайкой к стальному оцинкованному лепестку, приклепанному к трубке, с обязательным лужением конца медной жилы кабеля.

Нельзя прижимать необлуженную медную жилу кабеля к стальной трубке, так как при этом образуется недопустимая гальваническая пара (медь — сталь или медь — цинк, если трубка или винт оцинкованы).

Второй пример. К вибратору, изготовленному из мед-

ных трубок, жилу коаксиального кабеля можно припаивать непосредственно; можно также прижимать жилу медным винтом или припаивать к медному лепестку, приклепанному к трубке.

Медный лепесток в месте соприкосновения с медной трубкой не должен быть облужен, так как медь и оловянно-свинцовый припой образуют при соприкосновении недопустимую гальваническую пару.

Нельзя приклепывать к меди стальные лепестки (оцинкованные или неоцинкованные) или прижимать жилу к медной трубке стальным винтом.

При пайке следует применять бескислотные флюсы, например канифоль, так как остатки кислоты приводят к усиленной коррозии металла в месте пайки.

Необходимо отметить, чтс пайка, сделанная оловянно-свинцовым припоем типа ПОС, обладает невысокой механической прочностью; поэтому кабель нужно обязательно прикрепить на небольшом расстоянии от места пайки (во избежание разрыва спая).

В качестве изоляционных материалов при изготовлении антенн можно применять органическое стекло (плексиглас), полистирол, гетинакс, текстолит и керамику. Следует иметь в виду, что из всех перечисленных материалов полистирол обладает наилучшими электрическими параметрами, но он механически недостаточно прочен и не может нести заметных механических нагрузок. Применять дерево можно лишь в крайних случаях, предварительно проварив его в парафине.

Обнаружение и устранение неисправностей в антеннах, особенно в антеннах дальнего приема, установленных на высоких мачтах, являются очень трудоемким и сложным делом, так как они связаны с необходимостью опускания антенны. Поэтому в процессе изготовления и установки антенн необходимо следовать некоторым советам, соблюдая которые можно избежать преждевременного выхода антенны из строя.

При монтаже кабельных соединений в антенне необходимо тщательно следить за тем, чтобы жила кабеля не была надрезана и чтобы волоски металлической оплетки кабеля не могли случайно коснуться жилы.

Кабели междуэтажных соединений, симметрирующие петли и т. п. необходимо подвязывать или прикреплять хомутами к стреле или мачте.

Кабель снижения необходимо прикреплять к мачте или подвешивать на тросе, чтобы кабель не вытягивался под действием собственного веса. Это особенно важно для антенн «дальнего приема», кабель которых имеет большую длину.

Соединительные кабельные коробки, в которых производится распайка кабелей, полезно заливать церезином (минеральным воском) или стеарином.

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ

КОЛЛЕКТИВНЫЕ АНТЕННЫ

Установка большого количества индивидуальных антенн на крышах многоквартирных домов в городах приводит к порче кровли и ухудшает внешний вид здания. Кроме того, близко стоящие антенны влияют друг на друга, из-за чего снижается качество приема на каждую индивидуальную антенну.

Применение коллективных антенн, в которых к одной наружной антенне подключено большое число телевизионных приемников, позволяет избавиться от установки на крышах индивидуальных антенн для каждого телевизора.

Коллективные антенны целесообразно устанавливать и в сельской местности на больших расстояниях от телецентра, чтобы не сооружать для каждого телевизора сложные и дорогостоящие антенны, а использовать одну такую сложную антенну для нескольких телевизоров.

Схема коллективной антенны приведена на рис. 60. Коллективная антенна состоит из наружной антенны, усилителя и распределительной сети. В качестве антенны может быть использована любая из наружных антенн, пригодных для приема в данных условиях с учетом расстояния до телевизионного центра и количества принимаемых программ.

Необходимый коэффициент усиления усилителя определяется в зависимости от напряженности поля, типа приемной антенны, числа подключенных приемников и длины распределительных кабелей. Если напряженность поля в месте установки антенны достаточно велика, то усилитель можно не устанавливать.

Расчет требуемого коэффициента усиления усилителя приведен ниже. Для коллективной антенны можно использовать любой усилитель высокой частоты с полосой пропускания, соответствующей числу принимаемых программ.

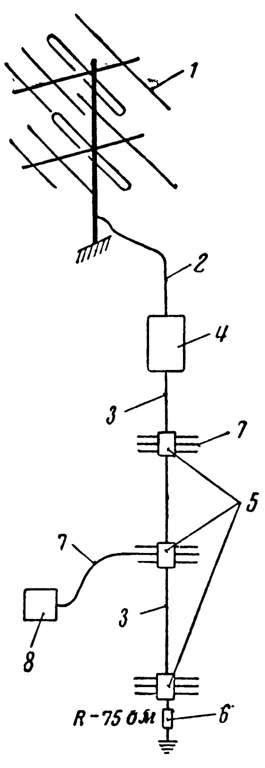


Рис. 60. Схема коллективной антенны.

1 — наружная антенна; *2* — кабель снижения антенны; *3* — магистральный кабель; *4* — усилитель, *5* — разветвительные коробки; *6* — согласующее (нагрузочное) сопротивление 75 *ом*; *7* — кабели отводов к телевизорам; *8* — телевизор. Все кабели с волновым сопротивлением 75 *ом*.

Коллективная антенна работает следующим образом. Телевизионный сигнал, принятый антенной *1*, поступает по кабелю снижения *2* на вход усилителя *4*. Усиленный сигнал с выхода усилителя поступает в магистральный кабель *3*. В разветвительных коробках *5* часть сигнала ответвляется в кабели отводов *7* и поступает на входы телевизионных приемников *8*. В многоэтажных домах разветвительные коробки обычно устанавливаются на лестничных клетках. Согласующее сопротивление *R* (75 *ом*), подключенное в конце магистрального кабеля *3* (между центральным проводом и металлической оплеткой), служит для предотвращения возникновения отраженной волны в кабеле, которая может привести к появлению на экранах телевизоров повторного изображения.

Число программ, которые могут быть приняты коллективной антенной, определяется не только самой наружной антенной и усилителем, но и конструкцией разветвительных коробок. В этой главе описаны разветвительные коробки двух видов: 5-канальные (на каналы 1—5) и 12-канальные (на каналы 1—12).

Разветвительная коробка с реостатно-емкостными делителями на пять телевизионных каналов

В настоящее время наибольшее распространение получили разветвительные коробки, выполненные в виде реостатно-емкостных делителей напряжения. Каждая коробка предназначена для подключения шести телевизионных приемников. Коробки эти рассчитаны на работу в полосе частот первых пяти телевизионных каналов (48,5—100 *Мгц*).

Конструкция коробки проста, и изготовление ее доступно радиолюбителю. Конечно, в тех местах, где налажена централизованная установка коллективных антенн, радиолюбителям нет смысла заниматься изготовлением разветвительных коробок. Однако в небольших городах, поселках, в сельской местности радиолюбители могут самостоятельно изготовить необходимое количество разветвительных коробок и оборудовать коллективную антенну.

Принципиальная схема коробки показана на рис. 61,*а*, общий вид — на рис. 61,*б*. Каждый из шести реостатно-емкостных делителей (см. схему на рис. 61,*а*) образован емкостью конденсатора связи *C* и нагрузочным сопротивлением *R*. Кабель, идущий к телевизионному приемнику, подключается параллельно сопротивлению *R*. Катушки индуктивности, включенные последовательно в центральный провод магистрального кабеля *4*, служат для компенсации отраженных волн, которые возникают в точках подключения конденсаторов связи. Компенсация отраженных волн возможна лишь при определенном соотношении величин емкости конденсаторов и индуктивности катушек.

Разветвительная коробка с емкостными связями представляет собой, по сути дела, несколько последовательно соединенных Т-образных фильтров нижних частот, образующих так называемую искусственную длинную линию, которая включается в разрыв магистрального кабеля. Необходимое для компенсации отраженных волн отношение величины индуктивности каждого звена к величине емкости конденсаторов связи выбрано таким, чтобы волновое сопротивление искусственной длинной линии в рабочей полосе частот было равно волновому сопротивлению магистрального кабеля $Z_в = 75$ *ом*.

Нагрузочное сопротивление R, равное 75 *ом*, включается, во-первых, для того, чтобы емкость связи была постоянно заземлена через небольшое сопротивление. Волновое сопротивление искусственной линии при этом практически не меняется при подключении или отключении телевизионных приемников, благодаря чему в магистральной линии всегда поддерживается высокая степень согласования. Во-вторых, это сопротивление служит для поглощения отраженной волны, которая может иметь

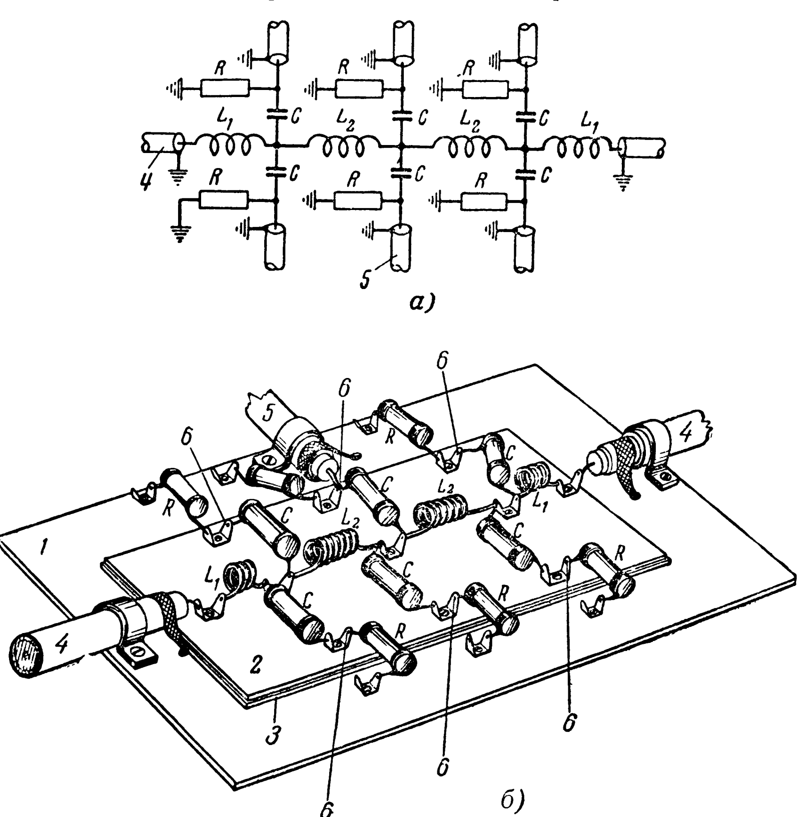


Рис. 61. Схема разветвительной коробки с реостатно-емкостными делителями.

а — схема; *б* — конструкция, *1* — металлическое основание; *2* — плата из гетинакса с монтажом, *3* — прокладка из гетинакса, *4* — магистральный кабель; *5* — кабели отводов к телевизорам, *6* — монтажные лепестки. Оплетки кабелей собираются в жгут и припаиваются к металлическому основанию.

место в кабеле, идущем к телевизионному приемнику, при плохом согласовании этого кабеля со входом приемника.

Уровень сигнала на входе телевизионного приемника в несколько раз меньше уровня сигнала в магистральном кабеле за счет падения напряжения на емкости конденсаторов связи. Казалось бы, для увеличения уровня сигнала на входе приемника выгодно увеличивать величину емкости конденсаторов связи. Однако это не так. При увеличении емкости конденсаторов связи уровень сигнала на отводах разветвительных коробок, расположенных

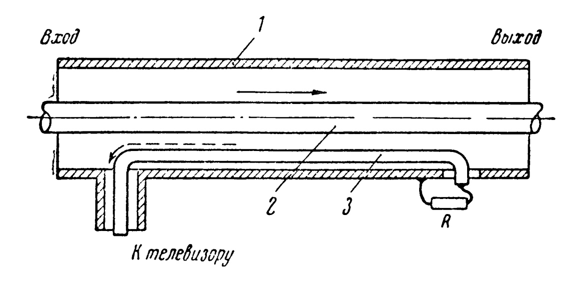


Рис. 62. Направленный ответвитель в коаксиальной линии.

1 — экран коаксиальной линии, 2 — центральный провод коаксиальной линии, 3 — провод ответвления.

в начале магистральной линии, ближе к антенне, действительно увеличивается, но на отводах последующих коробок, ближе к концу магистральной линии, уровень сигнала не увеличивается, а, наоборот, падает. Это происходит за счет чрезмерно большого «отсасывания» мощности из линии в тех коробках, которые расположены в начале линии.

При очень малых емкостях конденсаторов связи напряжение также снижается, но одновременно на всех отводах. Значительная доля мощности сигнала, принятого антенной, поглощается при этом в сопротивлении, включенном в конце магистрального кабеля, вместо того, чтобы поступать на входы телевизионных приемников

Из сказанного следует, что существует некоторая наивыгоднейшая, «оптимальная» величина емкости конденсаторов связи, обеспечивающая максимально возможное напряжение на отводах последней по порядку разветви

тельной коробки, включенной в конце линии, которая работает в самых «невыгодных» условиях. Как показывают расчеты, «оптимальная» величина емкости связи зависит от общего числа телевизионных приемников, обслуживаемых одной магистральной линией. Чем больше число приемников, тем меньше должна быть емкость связи.

В табл. 36 приведены основные данные двух вариантов разветвительных коробок. Первый вариант коробки следует применять, если общее число телевизоров, подключенных к магистральной линии коллективной антенны, меньше 40. При числе телевизоров 40—100 следует применять второй вариант.

Таблица 36

Вариант	*C*, *пф*	L_1				L_2				*R*, *ом*
		Провод	Диаметр катушки, *мм*	Число витков	Шаг намотки, *мм*	Провод	Диаметр катушки, *мм*	Число витков	Шаг намотки, *мм*	
I	7	ПЭЛ 1	5	4	1,4	ПЭЛ 1	5	9	1,4	75
II	5	ПЭЛ 1	5	3	1,4	ПЭЛ 1	5	7	1,4	75

В качестве конденсаторов связи могут быть применены конденсаторы типа КТК или КДК, в качестве нагрузочных сопротивлений — ВС-0,25 75 *ом*. Катушки — бескаркасные.

Конструкция разветвительной коробки поясняется рис. 61,*б*. Необходимо тщательно следить при сборке и монтаже за тем, чтобы лепестки, к которым припаиваются центральные проводники магистрального кабеля и кабелей отводов, не касались корпуса. Коробка должна быть закрыта сверху крышкой.

Ослабление сигнала между входом и отводом к телевизору в коробке с реостатно-емкостными делителями получается: на 1-ом канале — 24 *дб* (в 16 раз по напряжению) при емкости конденсатора связи 5 *пф* и — 21 *дб* (в 11 раз по напряжению) при емкости 7 *пф*; на 5-ом канале — 19 *дб* (в 8 раз по напряжению) при емкости 5 *пф* и — 15 *дб* (в 5,5 раза по напряжению) при емкости 7 *пф*.

Потери сигнала в коробке между ее входом и выходом на 1-ом канале составляют 0,3 *дб* (в 1,03 раза по напряжению) при емкости 5 *пф* и — 2,2 *дб* (в 1,3 раза по напряжению) при емкости 7 *пф*.

Разветвительная коробка с направленными ответвителями в коаксиальной линии

Разработанные в настоящее время разветвительные коробки, в которых используются направленные ответвители, работают в полосе частот 12 телевизионных каналов (48,5—100 и 174—230 *Мгц*). В каждой разветвительной коробке имеется шесть направленных ответвителей, и таким образом, к коробке может быть подключено шесть телевизионных приемников.

Принцип работы такого ответвителя поясним на примере направленного ответвителя в коаксиальной линии. Ответвитель (рис. 62) состоит из основной коаксиальной линии и провода ответвления, расположенного в полости коаксиальной линии параллельно центральному проводу основной линии. Если ко входу основной линии подключить источник колебаний высокой частоты (например, приемную телевизионную антенну), то энергия в линии будет распространяться слева направо, как показано на рисунке сплошной стрелкой. При этом во вспомогательной линии (линия ответвления) наведется э. д. с., под действием которой в этой линии энергия телевизионного сигнала будет распространяться справа налево в направлении, показанном на рисунке пунктирной стрелкой. Таким образом, направленный ответвитель отбирает из магистральной линии часть энергии телевизионного сигнала и направляет ее к приемнику. При хорошем согласовании в ответвительной линии потерь мощности на нагрузочном сопротивлении R нет, так как напряжение на этом сопротивлении равно нулю. При плохом согласовании кабеля отвода со входом телевизионного приемника в этом кабеле появится отраженная волна, энергия которой поглотится в нагрузочном сопротивлении и вторично на вход телевизионного приемника не попадет. Отношение напряжения сигнала на входе приемника к напряжению в основной (магистральной) линии, т. е. коэффициент связи направленного ответвителя, зависит от глубины погружения провода ответвления в полость кабеля. Чем ближе расположен провод ответвления к цен-

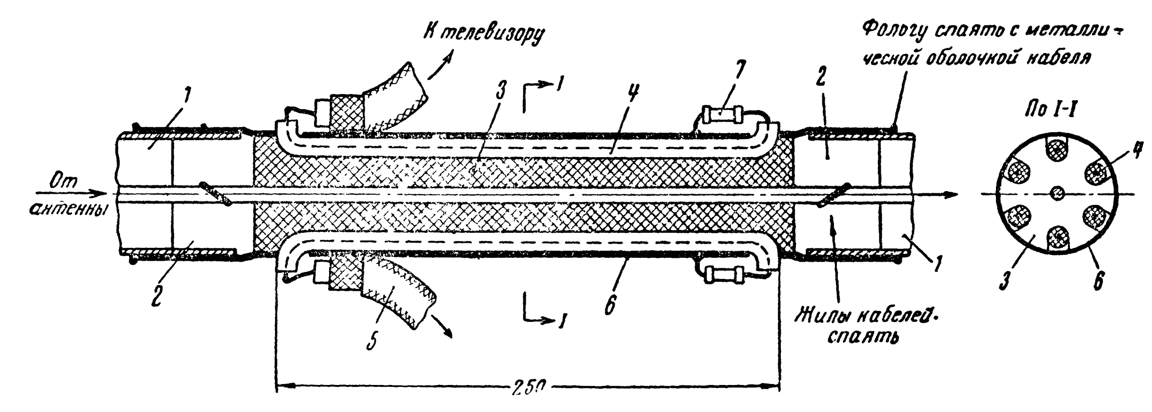


Рис. 63. Разветвительное устройство с направленными ответвителями.

1 — магистральный кабель типа РК-3, *2* — вкладыши из полиэтилена (вырезаются из изоляции кабеля); *3* — отрезок кабеля РК-3 с пазами; *4* — отрезки кабеля РК-19 со снятыми верхней изоляционной и металлической оболочками; *5* — кабели отводов к телевизорам, *6* — экран из фольги; *7* — сопротивления 75 *ом*.

тральному проводу основной линии, тем больше коэффициент связи. Длина провода ответвления выбирается равной четверти длины волны на частоте 200 *Мгц*. При этом габариты направленного ответвителя получаются конструктивно наиболее выгодными, а изменение коэффициента связи в полосе частот 48,5—230 *Мгц* — относительно небольшим.

В отличие от описанных ранее реостатно-емкостных делителей с компенсирующими катушками индуктивности, направленные ответвители практически не реагируют на отраженные волны, распространяющиеся в магистральной линии. Если в магистральной линии по каким-либо причинам имеется значительный уровень отраженной волны, распространяющейся справа налево (в направлении, противоположном сплошной стрелке на рис. 62), то при использовании реостатно-емкостных делителей будет наблюдаться повторное изображение на экране телевизора, сдвинутое относительно основного. При использовании же направленных ответвителей повторные изображения будут практически отсутствовать, так как повторный сигнал, наведенный в линии ответвления, будет распространяться слева направо (в направлении, противоположном пунктирной стрелке на рис. 62) и поглотится в нагрузочном сопротивлении *R*.

На рис. 63 показана конструкция разветвительного устройства, рассчитанного на подключение шести отводов с использованием направленных ответвителей [1].

Изготовить такое ответвительное устройство можно следующим образом. Отрезок кабеля типа РК-3 длиной 280 *мм* следует очистить от наружной изоляции, затем надо стянуть с него металлический плетеный чулок.

Затем в изоляции кабеля прорезают шесть продольных пазов длиной 250 *мм*, расположенных симметрично по окружности. Глубина пазов 2,4 *мм*, ширина также 2,4 *мм*. В каждый паз закладывают по куску кабеля РК-19 длиной 25 *см* со снятыми изоляционной и металлической оболочками. Получившаяся конструкция затем обертывается фольгой (без просветов). На краях фольгу следует подпаять к оплеткам входящего и отходящего

---

[1] В. Д. Кузнецов. Система коллективного приема телевидения на 12 каналов, «Радиотехника», 1957, № 10.

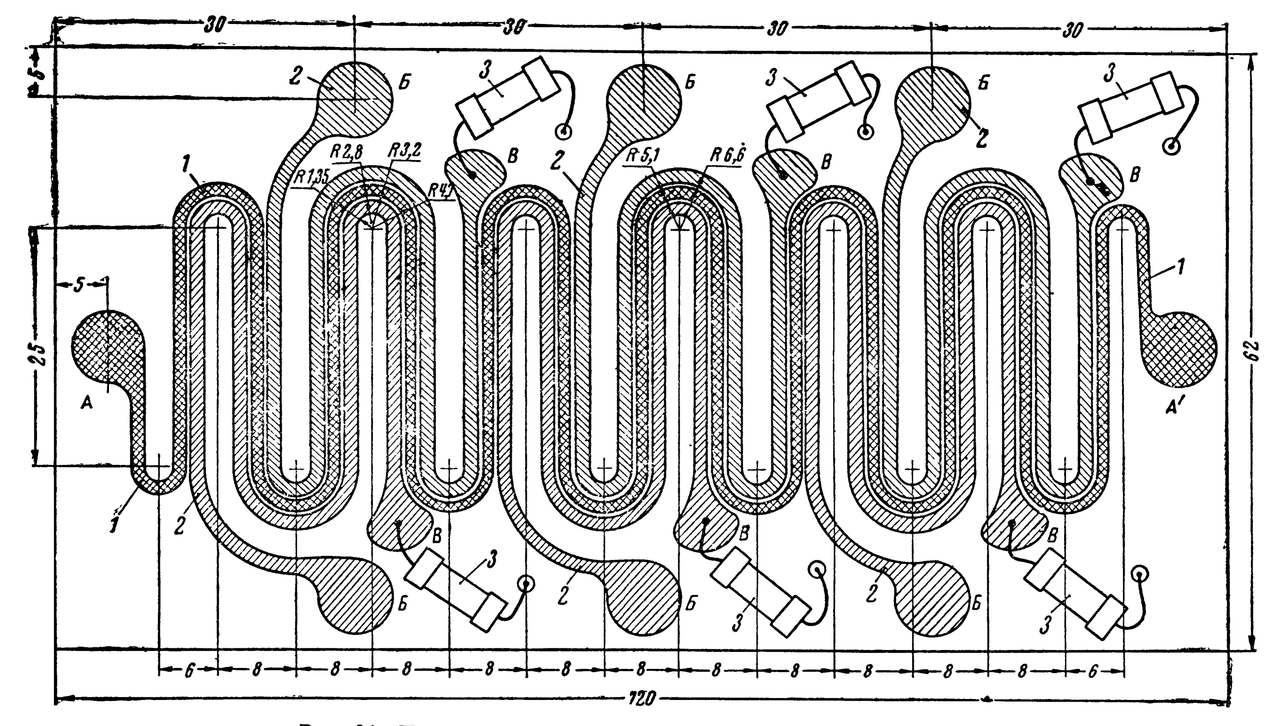


Рис. 64. Плата разветвительной коробки с печатным монтажом.

1 — проводник основной линии; *2* — проводники линий ответвления; *3* — сопротивления 75 *ом*.

кабелей. Способ подключения кабелей РК-1, идущих к телевизорам, и нагрузочных сопротивлений *R* (75 *ом*) показан на рис. 63. Разветвительное устройство подключается к снижению антенны той стороной, от которой отходят кабели отводов, как показано на рисунке. Если подключить разветвительное устройство наоборот, чтобы ближе к антенне были нагрузочные сопротивления, то ответвитель работать не будет.

Для того чтобы можно было к телевизионной антенне подключить много приемников, требуемое число разветвительных устройств следует соединить последовательно. На выходе последнего разветвительного устройства между жилой и оплеткой основного (магистрального) кабеля, так же как и в случае применения реостатно-емкостных делителей, включается сопротивление $R=75$ *ом*.

Ослабление сигнала между входом разветвителя в коаксиальной линии и отводом к телевизору на каналах 1—5 включительно такое же, как и в коробке с реостатно-емкостными делителями. На 12-м канале оно равно 16,5 *дб* (в 6,7 раза по напряжению).

Потери сигнала в разветвителе между его входом и выходом равны на 1-м канале 0,1 *дб* (в 1,01 раза по напряжению), на 5-м канале — 0,6 *дб* (в 1,05 раза по напряжению) и на 12-м канале — 1 *дб* (в 1,12 раза по напряжению).

Разветвительная коробка с направленными ответвителями на полосковых линиях

Разветвительное устройство этого типа состоит из платы с печатным монтажом, установленной на основании, и крышки. Чертеж платы показан на рис. 64. В этом устройстве также использован принцип направленного ответвления мощности, в результате чего телевизионные приемники оказываются защищенными от отраженных волн, могущих иметь место в магистральной линии.

Печатная плата состоит из гетинаксовой пластинки толщиной 1,5 *мм* с нанесенными на нее с обеих сторон токопроводящими линиями из медной фольги. Для изготовления платы лучше всего использовать фольгированный (покрытый фольгой) с обеих сторон гетинакс заводского изготовления, например гетинакс марки ГВ-50.

При отсутствии готового фольгированного гетинакса фольгу можно приклеить к обычному гетинаксу клеем БФ-4, придав предварительно поверхностям гетинакса шероховатость наждачной бумагой.

Печатная схема наносится лишь с одной стороны гетинаксовой пластины, другая сторона ее целиком покрыта фольгой.

Выводы *А—А'* печатной схемы соединяются плоским проводником из фольги, имеющим форму «змейки». Этот проводник и приклеенный с обратной стороны пластины лист фольги образуют линию передачи. Как известно, линии передачи подобного типа (плоский проводник, расположенный над проводящей поверхностью и отделенный от нее пластинкой диэлектрика) широко распространены в технике высоких частот и называются ленточными или полосковыми линиями. Ширина плоского проводника подобрана такой, чтобы линия имела волновое сопротивление 75 *ом*. Центральный провод магистрального кабеля, идущего от антенны, припаивается к выводу *А*, металлическая оплетка этого кабеля — к фольге, расположенной с обратной стороны пластины («земля»). Центральный провод кабеля, идущего к последующим разветвительным коробкам (либо к оконечному согласующему сопротивлению 75 *ом*, если данная коробка является последней по счету), припаивается к выводу *А'*, а металлическая оплетка кабеля — к «земле».

Параллельно центральному плоскому проводнику, соединяющему выводы *А—А'*, расположены шесть плоских проводников, образующих линии ответвления. Центральный провод кабеля, идущего к телевизионному приемнику, припаивается к выводу *Б*, его металлическая оплетка — к «земле». Соответственно числу линий ответвления к одному разветвительному устройству, показанному на рис. 64, можно подключить шесть телевизоров. К выводу *В* каждой линии ответвления припаивается один конец сопротивления МЛТ или УЛМ (75 *ом*); другой конец сопротивления пропускается через отверстие в гетинаксовой пластине и припаивается к «земле» с обратной стороны пластины.

Для удобства монтажа и подпайки кабелей на выводах *А*, *Б* и *В* можно установить монтажные лепестки. Перед установкой монтажных лепестков необходимо во

избежание замыкания лепестка на «землю» на обратной стороне пластины вырезать в фольге небольшие отверстия (удалить участки фольги). После расклепки лепестка для обеспечения надежного контакта нужно подпаять его основание к проводнику печатной схемы.

Оплетки кабелей также следует припаивать к лепесткам, которые приклепываются к гетинаксовой плате рядом с выводами печатных проводников. Эти «земляные» лепестки должны иметь хороший контакт с «землей», т. е. фольгой, приклеенной к обратной стороне печатной платы. Печатная плата с монтажными лепестками и сопротивлениями укрепляется на основании. Основание может быть металлическим или изоляционным.

Если предполагается установить печатную плату на металлическом основании, нужно перед расклепкой лепестков произвести зенковку отверстий в плате под заклепки, чтобы немного «утопить» лепестки.

Основание должно быть немного длиннее и шире печатной платы с тем расчетом, чтобы была возможность установить скобки для крепления кабелей. После подпайки всех кабелей коробка закрывается крышкой из металла или другого материала. Расстояние от крышки до печатных проводников должно быть не менее 1 *см.*

Печатную схему при самодельном изготовлении можно либо вырезать скальпелем на уже наклеенной фольге, либо изготовить методом травления.

Метод травления заключается в следующем. Пластинку из гетинакса с наклеенной с обеих сторон фольгой опускают в расплавленный воск, затем вынимают ее и дают воску застыть. Слой воска должен быть очень тонким и равномерным. После этого с одной стороны пластины аккуратно снимают воск с тех участков фольги, которые в соответствии с чертежом печатной схемы должны быть удалены (вытравлены). Для снятия воска с просветов между печатными проводниками лучше воспользоваться «лопаткой» с острой кромкой, имеющей в основании ширину, равную расстоянию между проводниками. После получения требуемого «воскового» рисунка приступают к травлению схемы. Для травления необходимо развести в стеклянной или керамической посуде водный раствор хлорного железа плотностью 1,2—1,3 и перелить его в фотографическую ванночку из аминопласта. В раствор хлорного железа опускают пластин-

ку с нанесенным на воске рисунком. Необходимо, чтобы пластинка была полностью покрыта раствором. Во время травления ванночку покачивают так же, как при проявлении фотопластинок. Время травления зависит от плотности и температуры раствора. Чем меньше плотность раствора и чем он холоднее, тем длительнее время травления. При комнатной температуре и плотности раствора 1,2—1,3 время травления 30—40 *мин*. Окончание травления определяется по полному исчезновению металла в узких просветах между проводниками. После травления пластинку нужно хорошо промыть проточной водой, просушить ее на воздухе и снять воск, покрывающий токопроводящие линии. С обратной стороны пластинки, где фольга остается нетронутой, воск также лучше снять.

С хлорным железом нужно обращаться осторожно. Хранить его нужно в стеклянной посуде с притертой пробкой; работать следует обязательно в резиновых перчатках.

Необходимо отметить, что печатный монтаж можно получать также иными способами. Можно, например, травить плату, предварительно заклеив полосками липкой полихлорвиниловой изоляционной ленты те места схемы, где должны остаться проводники. Однако при таком способе трудно получить изогнутые под небольшим радиусом участки печатных проводников. В заводских условиях печатные платы получают фотохимическим методом, требующим специальной аппаратуры.

Ослабление сигнала между входом коробки и отводом к телевизору при использовании печатного монтажа описанной конструкции составляет на 1-м канале—24 *дб* (в 16 раз по напряжению), на 5-м канале — 18 *дб* (в 8 раз по напряжению), на 12-м канале — 14 *дб* (в 5 раз по напряжению).

Потери сигнала в коробке между ее входом и выходом: на 1-м канале — 0,3 *дб* (в 1,03 раза по напряжению), на 5-м канале — 0,8 *дб* (в 1,1 раза по напряжению), на 12-м канале — 2 *дб* (в 1,25 раза по напряжению).

На других каналах ослабление сигнала между входом коробки и отводом и потери между входом и выходом находятся в пределах указанных выше значений.

Как определить коэффициент усиления усилителя для коллективной антенны

Приступая к сооружению коллективной антенны, необходимо рассчитать, нужен ли усилитель вообще, а если нужен, то каким должен быть его коэффициент усиления. Поясним методику расчета на следующем примере.

Пример. Необходимо оборудовать коллективную антенну в одном подъезде шестиэтажного дома для приема телевидения на 1-м канале. Напряженность поля, измеренная на крыше здания в месте установки антенны, 0,5 *мв*.

Для распределительных линий выбраны разветвительные коробки с реостатно-емкостными делителями на шесть отводов каждая с емкостями связи 7 *пф*. Приемная антенна — трехэлементная с петлевым вибратором и коэффициентом усиления *К* по напряжению, равным 1,8.

Длина магистрального кабеля типа РК-1 30 *м* (от антенны до первого этажа). Длина каждого кабеля отвода типа РК-1 от разветвительных коробок, установленных на лестничных клетках, до телевизоров — не менее 15 *м*.

Общее число телевизоров, которое нужно обслужить, 36 (т. е. по одной разветвительной коробке, на каждый этаж, итого 6 коробок). Требуемое напряжение на входе телевизора — не менее 300 *мкв* (0,3 *мв*).

Наименьшее напряжение в такой системе будет, очевидно, на входе телевизора, подключенного к последнему отводу 6-й по счету коробки, т. е. расположенной на первом этаже.

Определим общее затухание телевизионного сигнала от антенны до самого дальнего телевизора.

Затухание в магистральном кабеле типа РК-1 длиной 30 *м* — 2 *дб*.

Затухание в шести последовательно включенных разветвительных коробках — 0,5 *дб* 6=3 *дб*.

Затухание в разветвительной коробке между магистральной линией и отводом к телевизору 21 *дб*.

Затухание в кабеле типа РК-1 длиной 15 *м* между отводом разветвительной коробки и телевизором 1 *дб*.

Общее затухание от антенны до последнего телевизора: 2 *дб*+3 *дб*+21 *дб*+1 *дб*=27 *дб* (в 22 раза по напряжению).

Рассчитаем далее напряжение на выходе антенны (см. гл. 1):

$$U = \frac{Eh_{д}k}{2} \sqrt{\frac{R_{пр}}{R_{а}}} = \frac{0{,}5 \cdot 3{,}62 \cdot 1{,}8}{2} \sqrt{\frac{75}{300}} = 0{,}815 \textit{ мв}.$$

Напряжение, которое получится на входе последнего телевизора, можно теперь определить, разделив напряжение на выходе антенны на затухание (отношение напряжений), найденное ранее:

$$\frac{0{,}815}{22} = 0{,}037 \textit{ мв} = 37 \textit{ мкв}.$$

Между тем согласно заданным условиям напряжение на входе телевизора должно быть 0,3 *мв*. Теперь ясно, что нужен усилитель с коэффициентом усиления

$$\frac{0{,}3}{0{,}037} = 8{,}1.$$

Для подобной разветвительной системы выбираем усилитель с коэффициентом усиления, равным 8—10.

Цена 27 коп.